



FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

Evaluación de desempeño en motores 3516B basados en la presión de refuerzo

Javier Jesús Rosales Torres

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Obra protegida bajo la licencia de "[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Perú](#)"

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa y mis hijos por su apoyo incondicional, siendo ellos la razón de mis metas y sueños anhelados.

DEDICATORIA

A mis señores docentes por su guía didáctica, por compartir con mi persona con cocimientos y consejos que serán de gran ayuda en el desenvolvimiento de mi profesión.

Índice de Contenidos

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
Resumen	viii
Introducción.....	xi
CAPÍTULO I:	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema	1
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
1.3 Justificación e importancia.....	5
1.4 Hipótesis y descripción de variables	6
1.4.1 Hipótesis	6
CAPÍTULO II:	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes del problema	10
2.2 Bases teóricas	13
CAPÍTULO III:	57
METODOLOGÍA.....	57
3.1. Método, y alcance de la investigación	57
3.2 Diseño de la investigación	57
3.3 Población y muestra	58
3.3.1. Población	58
3.3.2. Muestra.....	58
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	58
CAPÍTULO IV:.....	59
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información.	59

4.2 Discusión de resultados.....	64
CONCLUSIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

Lista de tablas

Tabla 1 Rango de Presión de Refuerzo de un camión con una carga de 240 ton antes de la evaluación del motor.....	60
Tabla 2 Rango de Presión de Refuerzo de un camión con una carga de 240 ton después de la evaluación del motor	61
Tabla 3 Comportamiento de los sensores	62
Tabla 4 Tiempo de evaluación del motor	63

Lista de Gráficos

Grafico 2 Rango de presión antes de la evaluación	60
Grafico 3: Rango de presión después de la evaluación	61
Grafico 4 Comportamiento de los sensores	62
Grafico 5 Tiempo de evaluación del motor	63

Resumen

El presente estudio, tiene como propósito entregar una propuesta de evaluación de desempeño en motores 3516B basados en la presión de refuerzo, fomentando el compromiso de los que lideran la organización.

En los movimientos de tierra las maquinas empleadas se distinguen por su resistencia, generalmente son máquinas de autopropulsión usados al construir edificaciones, túneles, carreteras, caminos, aeropuertos, defensas ribereñas, ferrocarriles y construcciones hidráulicas.

Son diseñados para diversas funciones tales como: levantar y embarcar la tierra sobre transporte para trasladarla, desprender y retirar la tierra, distribuir la tierra en densos grupos controlados y comprimir la tierra. Ciertos equipos están en capacidad de realizar varias de dichas operaciones.

Entre los elementos más relevantes en relación a los equipos pesados es saber el rendimiento del que se va a utilizar así como su organización en la acometida, consumo de combustibles, reparaciones, lubricantes, supervisión de traslados, supervisión de horómetro de cada máquina, según kilometraje, movimiento de tierra semanal a través del chequeo topográfico.

El rendimientos de las maquinas va a depender del estudio realizado a la capacidad de dichas maquinas que generalmente se realiza debido a la gran cantidad de

máquinas dañadas, influyendo en desperfectos, poco rendimiento de la máquina, o la condición del operario, lo que lleva que el contratista deba tener noción de la manipulación del equipo a trabajar para recibir mayor respuesta y rendimientos.

Abstract

The purpose of this study is to deliver a performance evaluation proposal on 3516b engines based on reinforcement pressure, encouraging the commitment of those leading the organization.

In the earthworks the machines used are distinguished by their resistance, they are generally self-propelled machines used when building buildings, tunnels, roads, roads, airports, river defenses, railroads and hydraulic constructions.

They are designed for various functions such as: lifting and shipping the land on transport to move it, detach and remove the land, distribute the land in dense controlled groups and compress the land. Certain teams are able to perform several of these operations.

Among the most relevant elements in relation to heavy equipment is knowing the performance of which is going to be used as well as its organization in the rush, fuel consumption, repairs, lubricants, transfer supervision, hour meter supervision of each machine, according to mileage , weekly earth movement through topographic check.

The performance of the machines will depend on the study carried out on the capacity of said machines that is generally performed due to the large number of damaged machines, influencing damage, poor machine performance, or the condition of the operator, which leads to The contractor must have a sense of the manipulation of the equipment to work to receive greater response and yields.

Introducción

Los motores Diésel tienen un rendimiento efectivo por encima de los de encendido por chispa, debido a las altas correlación de compresión y el uso de combinaciones bajas de aire combustible, los motores Diésel crean grandes emanaciones de óxidos de nitrógeno y material particulado.

El uso de Diésel en el Perú aumenta constantemente (9% entre el 2014 y 2015). Es el primer combustible usado por el transporte comercial. Asimismo, el país necesita grandes cantidades del crudo importado para suministrar las refinerías y fabricar el Diésel esencial para abastecer el mercado interno.

Efectivamente, las opciones de reemplazo parcial de los combustibles tradicionales como el Diésel, son esenciales para enfrentar la estabilidad energética y optimizar la buena condición del medio ambiente. El gas natural ha tenido un importante interés entre los combustibles alternativos, para reemplazar parcialmente al hidrocarburo líquido.

La utilización del gas natural en estos tipos de motores es una alternativa energética importante, debido a su posible contribución en la disminución del uso del combustible Diésel utilizado en el sector transporte y en la creación termoeléctrica activada por motores Diésel. Asimismo, Perú cuenta con reservas versadas de gas natural que logran los 13 TFC.

No obstante, varias utilidades del empleo del gas natural en motores Diésel demuestran que el método Diésel/gas (motor Diésel operando con reemplazo parcial de gas natural) crea una baja en el rendimiento efectivo del motor, aumentando claramente las emanaciones de hidrocarburos no quemados (conformado fundamentalmente de metano) y monóxidos de carbono.

Estos resultados suceden fundamentalmente en la capacidad de operatividad a carga reducida y con grandes proporciones de reemplazo del Diésel por el gas natural. En esta investigación se estudian las consecuencias causadas por los métodos de reducción parcial del aire de entrada y aumento de la temperatura de la unión aire-gas natural con respecto al rendimiento efectivo del motor.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

La exigencia de contar con maquinaria pesada es creciente, y conseguir que estos equipos tengan un buen desempeño, que se encuentren en todo momento operativos y conservados es el reto de cada día para el sector de mantenimiento, ya que todo sistema es beneficioso en todo caso cuando trabaje bajo un reducido número de repeticiones de fallas, cierto flujo de velocidad y prevenga en lo posible, paradas imprevistas que impliquen una reducción de la producción y pérdidas económicas.

Como es el caso de camiones que operan fuera de carretera 793D-CAT (camiones de obras), con modelo de motor Caterpillar 3516B con una potencia bruta de 1801 kW / 2415 hp y una potencia en el volante de 1743 kW / 2337 hp, los cuales son diseñados específicamente para tener un extraordinario funcionamiento en obras de construcción, de minería y cantera.

El estudio se realizara en una empresa minera que presenta muchos problemas con pérdida de potencia de motor, afectando directamente la eficiencia y desempeño no solamente del equipo sino de todo el proceso productivo ya que al tener un equipo con baja potencia, y por lo tanto baja velocidad, hace que los camiones que van detrás de él tengan también baja velocidad y como consecuencia provocando que sea más lento el proceso productivo, se debe

tener en consideración que estas fallas son eventos no deseados por cualquier empresa, ya que afectan directamente en la producción y más si dichas fallas no se detectan en su etapa inicial, que sería lo ideal porque las reparaciones serian asumidas por la empresa que lo reparo y no esperar que la falla se manifieste en su etapa más crítica luego de pasada su periodo de garantía que se cumple luego de las 5000 horas de trabajo que es donde normalmente se manifiestan y además que el costo de reparación tendrá que ser asumida por la minera creando problemas económicos para la empresa tanto en horas hombres, repuestos y producción perdida.

Debido a que se estaban presentando varios casos de motores con pérdida de potencia antes de llegar a las 5000 horas, se decidió evaluar las pruebas de dinamómetro de cada motor que era reparado por el representante de la marca en el Perú, donde se encontró que, si bien las presiones de refuerzo estaban dentro del rango de lo especificado, estos estaban en el rango mínimo.

Como ejemplo se muestra tendencias de las pruebas de dinamómetro de tres motores, donde se puede constatar que las presiones de refuerzo siempre se mantienen dentro del rango mínimo de lo especificado que es de 27.2 a 39.2 psi.

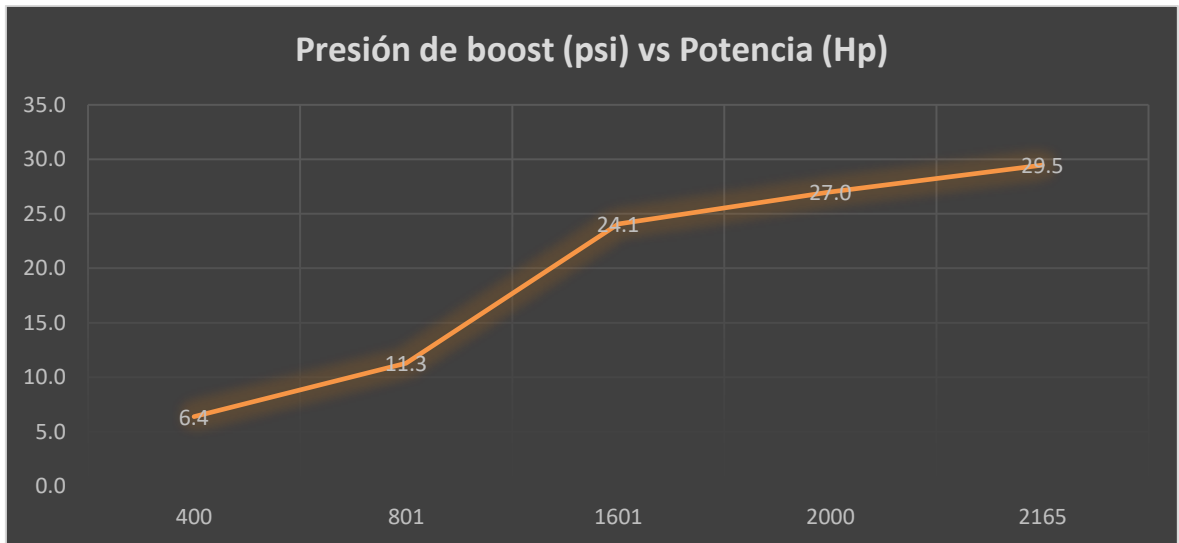


Figura 1. Muestra la presión de refuerzo tomada en el dinamómetro.

Elaborado con datos tomados de prueba de dinamómetro reparación motor Caterpillar 3516B AG06807 del 8/01/2018.

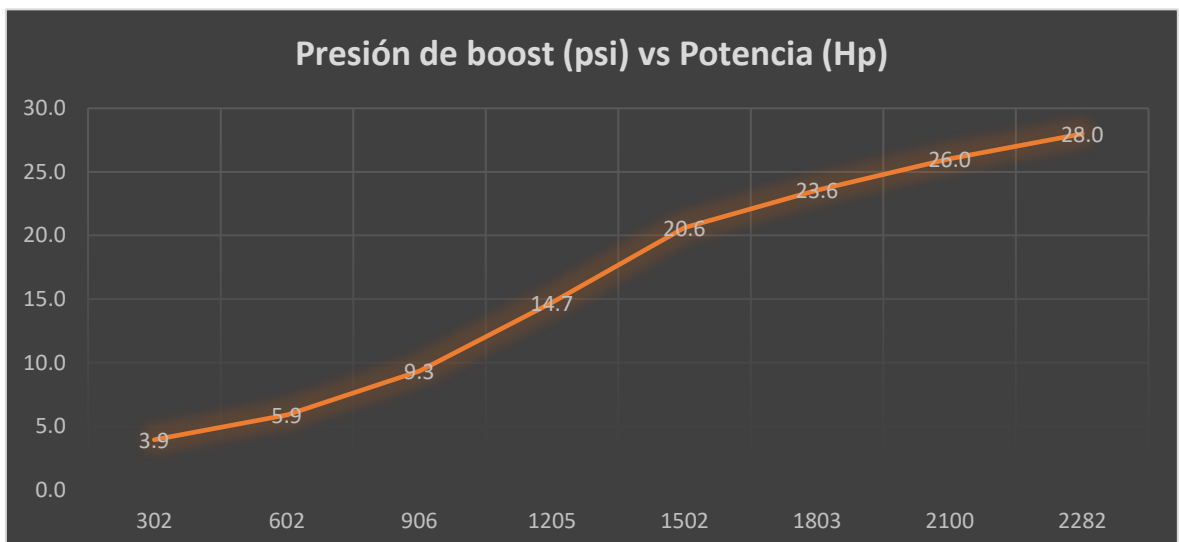


Figura 2. Muestra la presión de refuerzo tomada en el dinamómetro.

Elaborado con datos tomados de prueba de dinamómetro reparación motor Caterpillar 3516B AQ05819 del 22/06/2017.

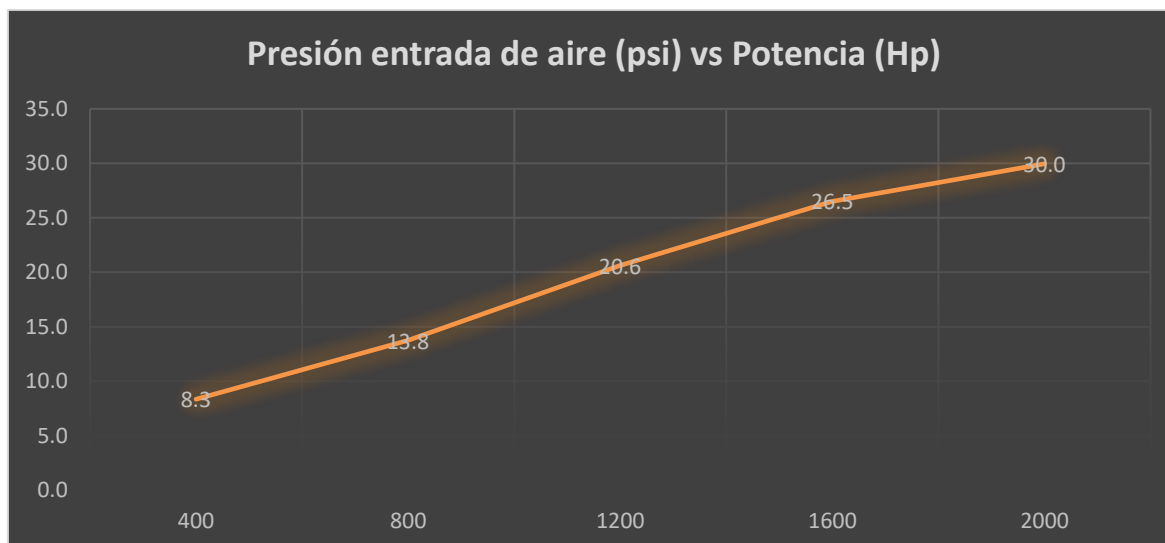


Figura 3. Muestra la presión de refuerzo tomada en el dinamómetro.

Elaborado con datos tomados de prueba de dinamómetro reparación motor Caterpillar 3516B LJ00618 del 17/07/2018.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo general.

Examinar como la presión de refuerzo influye en el buen desempeño en motores 3516B Caterpillar.

1.2.2. Objetivos específicos.

1. Conocer el desempeño en motores 3516B Caterpillar y como esto se refleja en la velocidad.
2. Explicar la relación entre velocidad y presión de refuerzo de los motores 3516B Caterpillar, de un camión cargado, mostrando su velocidad en una rampa positiva que es donde normalmente un camión con problemas mecánicos sería un camión lento y causaría cola en nuestro proceso.
3. Detectar fallas tempranas en los turbos, que puedan disminuir el buen desempeño en los motores 3516B Caterpillar.

1.3 Justificación e importancia

El conocer que la presión de refuerzo es directamente proporcional a la velocidad del camión y por consiguiente ver como mejora el desempeño de los motores 3516B Caterpillar cuando tienen una buena presión de refuerzo, es de suma importancia, así como el poder localizar y solucionar problemas de forma temprana antes que afecten el buen funcionamiento del motor. Usando un sistema de

monitoreo en tiempo real, se puede hacer seguimiento de todos los parámetros del motor.

El seguimiento del buen funcionamiento del motor se realiza de la siguiente manera:

- Se evalúa que la presión de refuerzo se mantenga dentro del rango especificado por el fabricante (27.2 – 39.2 psi).
- Cuando la presión de refuerzo registre una caída y/o tendencia se activará una alarma.
- Se descarta posibles fallas de sensores como por ejemplo el sensor de presión atmosférica y/o sensores de entrada de turbos.
- Según la evaluación se comunica al personal técnico dando un diagnóstico preliminar (falla mecánica o eléctrica).
- Adicionalmente se adjunta una gráfica del comportamiento de los sensores para reforzar el diagnóstico preliminar.
- Luego de que el problema fue solucionado por el personal técnico y el equipo entra es seguimiento para confirmar el buen desempeño del motor.

1.4 Hipótesis y descripción de variables

1.4.1 Hipótesis

Debido a que un motor 3516B Caterpillar puede ser evaluado en tiempo real, se utilizará la herramienta de “Monitoreo de Equipos Móviles”, que permite ver desde una PC las tendencias del funcionamiento de cada parámetro de motor, el cual nos ayudara a tener una correcta evaluación de los motores.

Extrayendo la data podemos filtrar y visualizar como es el comportamiento de cada sensor cuando el motor tiene una carga mayor a 98%, lo que permite conocer la velocidad del camión en una rampa positiva con una carga mayor o igual a 240 ton, de igual manera se puede comparar las velocidades entre camiones, es ahí que nos ponemos a evaluar las presiones de refuerzo de cada camión y el porqué de un camión lento.

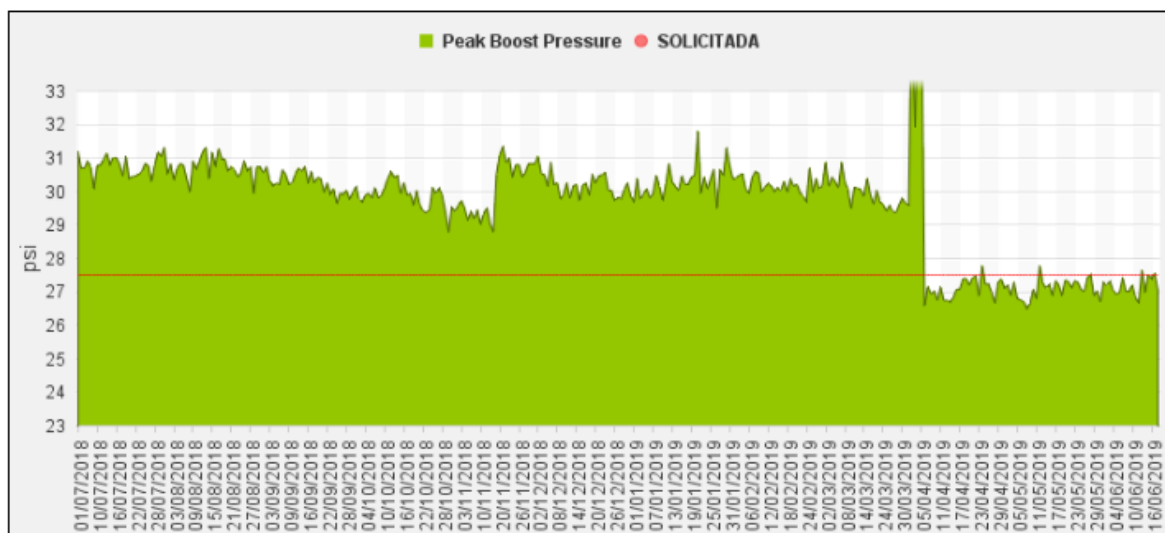
Al detectar un camión lento se evalúa todos los rangos de funcionamiento de todos sus sistemas como las presiones de entradas a los turbos, la presión de refuerzo, las temperaturas de refrigerante, temperaturas de los escapes y el comportamiento de los sensores para descartar problemas eléctricos y en la mayoría de casos se encontró que el problema para una baja velocidad es por la baja presión de refuerzo.

Este dato es importante porque nos ayuda a enfocarnos en la evaluación de la presión de refuerzo de los motores recién instalados y los que están dentro de garantía, porque podemos verificar en tiempo real, si la presión de refuerzo se mantiene dentro de lo especificado o si comienza a registrar alguna tendencia, esta evaluación se realiza dentro de los dos primeros días de funcionamiento del motor ya que este se encuentra en la etapa de asentamiento, luego se hace un seguimiento continuo con tendencias para poder evaluar el desempeño del camión y poder detectar de una manera temprana a un camión que por alguna razón es

lento y poder en muchos casos, reclamar garantías, que si bien es cierto causa pérdidas en la producción, pero se ahorra en mano de obra y repuestos.

Este tipo de evaluación también nos ayudó a detectar que cuando un camión tiene una presión de refuerzo menor a 27.5 psi a plena carga, su velocidad es afectada.

Como ejemplo muestro un camión Caterpillar 793D con motor 3516B, que como se muestra en el gráfico, al tener una buena presión de refuerzo tiene una buena velocidad sobre el terreno.



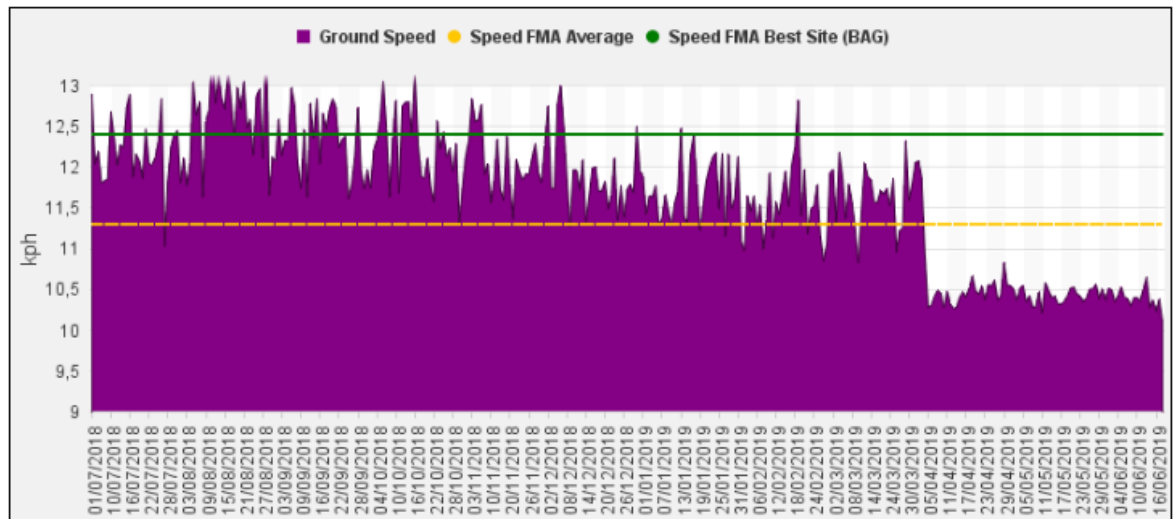


Figura 5. Muestra la velocidad sobre el terreno a máxima carga de motor, tomada con la herramienta de “Monitoreo de Equipos Móviles” y graficada con el software empresarial “Busines Objects”.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

Una vez estudiada la teoría, se puede concluir que el sistema EUI es un sistema de combustible bastante sencillo, por su limitado número de componentes y la simpleza en la teoría de funcionamiento. Por lo cual nos centraremos en los cuidados necesarios para conservar en perfectas condiciones operativas del sistema de admisión donde encontramos el turbo compresor que es el componente principal para una buena combustión.

Actualmente los motores diésel que trabajan con este tipo de componente son los de mayor eficiencia y mayor potencia, entendiéndose por eficiencia el alcanzar la mayor potencia posible de un sistema con la menor fuente de energía requerida o combustible (menor costo de operación).

Esto se logra debido a las altas presiones de los turbos compresores y el sistema de combustible que en cada ciclo de combustión ayudan a tener una buena combustión en los cilindros de motor. Como se sabe las altas presiones de combustible se logran con la bomba de combustible y la alta presión de refuerzo gracias al buen estado de todo el sistema de admisión el cual no debería ser menor a lo especificado por el fabricante de 27.2 a 39.2 psi.

(MARIO PERCY M, 2009) “La aplicación del análisis causa raíz (ACR) en la empresa Ferreyros, le ha permitido ofrecer buen soporte técnico para mejorar los procesos de reparación en sus talleres y ayudar a los usuarios a prevenir fallas repetitivas en los motores Diésel”.

PERCY en su trabajo de investigación comenta que la práctica para identificar la raíz de los daños en los distintos sistemas de los motores diésel, ha implicado la creación de procesos prácticos y fáciles para tal objetivo.

Asimismo, comenta que “El conocer las fallas más comunes en los motores Diésel Caterpillar, permite al usuario prever de un stock de repuestos de protección, para usarlos en una cercana corrección de algún problema diagnosticado a través del monitoreo de condiciones, antes de convertirse en una falla mayor”. (MARIO PERCY M, 2009)

Al especializarse y profundizar en la correcta operatividad así como en la estimación de la vida útil de sus partes y/o elementos de los sistemas del motor, ayuda a realizar costosas reparaciones y poca disposición operacional de los equipos al emplear las normativas correctas y sugerencias que se aprecian al dar con el origen más cercano al problema.

Presentar posibilidades para solucionar o notificar de forma detallada al fabricante de las fallas de diseño o de fabricación causales de los problemas, para que sean revisadas y presenten soluciones técnicas pertinentes.

Para que la identificación del origen de la falla sea exitosa, se debe motivar a todas las áreas a involucrarse en el proceso (logística, gerencia, usuario, técnico de campo, talleres, etc.) a estar implicados en su realización y su continua mejora.

Consolidar la relevancia y ejecución de la planificación para el mantenimiento preventivo aconsejado por el fabricante y seguimiento de capacidades de los motores, repercutiendo en la reducción del número de fallas, otorgando más seguridad en la operatividad de los equipos; en consecuencia se disminuirán los costos de los mantenimientos correctivos y aumentara el rendimiento de los equipos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 MOTOR CATERPILLAR 3516B

Como se detalla en la fig. 6 y según (RODRIGUEZ, 2019) los componentes del motor 3516B son:

- “ Circuito separador del posenfriador (SCAC) bomba de agua (1)
- Compresor de aire (2) - Compresor aire acondicionado (3)
- Alojamiento de regulador de refrigerante (4)
- Sensor de calibración de motor (5)
- Arrancador (6)
- Filtros de aceite de motor (7)
- Filtros secundarios de combustible (8)
- Tubo de llenado de aceite de motor (9)” (RODRIGUEZ, 2019)

Fig. 6. Lado izquierdo del motor 3516B

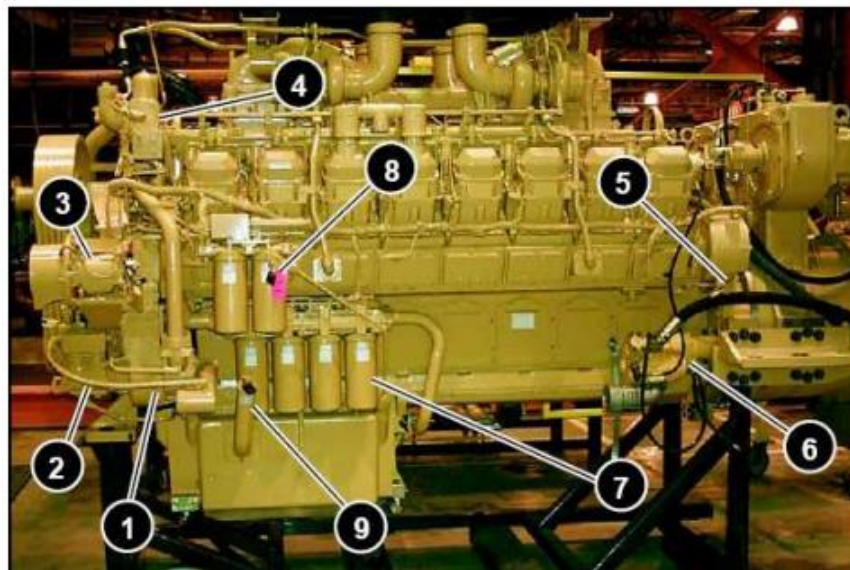
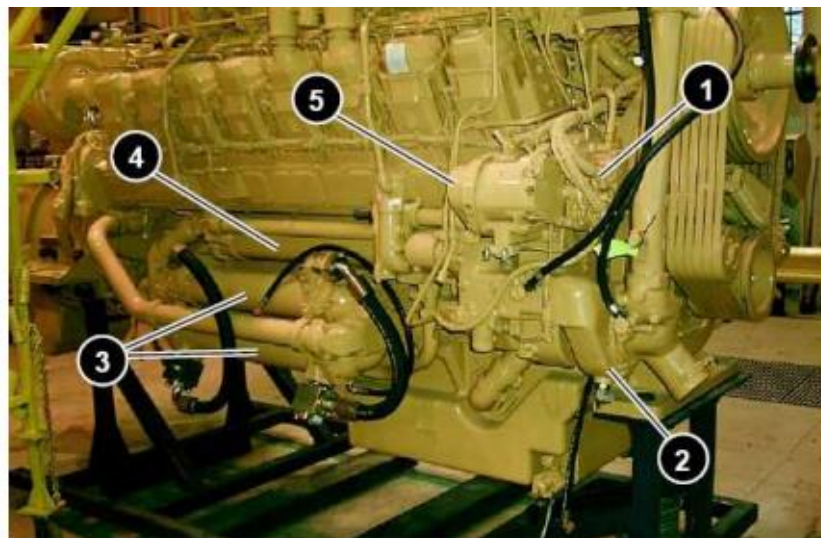


Fig. 7. Lado derecho del motor 3516B



Como se detalla en la figura anterior y según (RODRIGUEZ, 2019) los componentes del motor 3516B son:

- “Módulo de Control Electrónico del motor (ECM) (1)
- Bomba de refrigeración de motor (2)
- Enfriadores de aceite de tren de potencia (3)
- Enfriador de aceite de motor (4)
- Alternador (5) “(RODRIGUEZ, 2019)

Es recomendable el uso de éter para momentos de arranque en tiempo frío únicamente, ya que su utilización de forma exagerada puede dañar los anillos y pistones.

El ECM (módulo de control electrónico) suministra de manera automática éter estando el motor girando. La entrada del interruptor posibilita que el operario suministre éter de manera manual.

Esto ocurre en las siguientes condiciones: (RODRIGUEZ, 2019)

“• El parámetro de control de éter está programado a "ON".

- Se activa el interruptor de contacto momentáneo para la inyección de éter.
- La velocidad del motor es más de 75 rpm.
- La temperatura del refrigerante del agua de las camisas es de menos de 30°C (86°F).”

(RODRIGUEZ, 2019) “El ECM inyecta éter automáticamente en el múltiple de admisión de aire cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- El parámetro de control de éter está programado a "ON".
- La velocidad (rpm) del motor está entre 75 y 400 rpm.

- La temperatura del refrigerante del agua de las camisas está por debajo de 30°C (86°F).”

(RODRIGUEZ, 2019) “El tiempo de suministro de éter varía linealmente con la temperatura del refrigerante del agua de las camisas. La duración de la inyección de éter varía dentro de la siguiente gama:

- 10 segundos en la temperatura máxima de 30°C (86°F)
- 130 segundos en la temperatura mínima de -40°C (-40°F)

La duración más prolongada de la inyección de éter es de 130 segundos incluso si la temperatura del refrigerante del agua de las camisas es menor de -40°C (-40°F) (RODRIGUEZ, 2019)

(RODRIGUEZ, 2019) “El solenoide del éter permanecerá energizado hasta que ocurra alguna de las condiciones siguientes:

- La velocidad del motor aparece.
- Se usa la anulación de la herramienta de servicio para terminar inyección.
- El técnico sale de la característica de anulación de la herramienta de servicio”.

(RODRIGUEZ, 2019)

Operación en la modalidad en frío

- En el transcurso de este tipo de operación, se reduce el suministro de combustible y el módulo de control electrónico (ECM) acopla la simultaneidad del suministro de combustible. Esto permite disminuir la probabilidad de crear lesiones al motor así como a reducir el humo blanco.

- En esta modalidad la sincronización se adelanta con relación a la temperatura del refrigerante del motor.
- Esta modalidad se acciona cuando la temperatura del refrigerante del motor esté por debajo de 60°C (140°F). Se mantiene operativa mientras la temperatura del refrigerante del motor esté por arriba de 63°C (145°F).

Operación en baja en vacío elevada

Este tipo de operación se utiliza para apresurar el calentamiento del motor. De igual manera para impedir que el motor se enfríe altamente, al motor trabajar en baja en vacío en un lapso de tiempo alargado en tiempo frío.

(RODRIGUEZ, 2019) “La velocidad baja en vacío del motor aumenta a 1.600 rpm cuando la temperatura del refrigerante del motor está por debajo de 70°C (158°F).

Mientras la temperatura del refrigerante del motor aumente hasta una temperatura entre 75 y 77°C (167 y 171°F), la velocidad baja en vacío del motor disminuye hasta el valor de rpm de baja en vacío.

De enfriarse nuevamente el motor, la velocidad baja en vacío aumenta hasta 1.600 rpm mientras que la temperatura del refrigerante se reduce a 70°C (158°F). El mapa de velocidad baja en vacío elevada utiliza 2°C (3,6°F) de histéresis para optimizar la firmeza del motor”.

Diagrama de velocidad baja en vacío elevada

(RODRIGUEZ, 2019) Comenta que la velocidad “baja en vacío elevada se activará 30 segundos después de que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- La transmisión está en neutral.
- El freno de estacionamiento está conectado.
- Velocidad de desplazamiento de la máquina nula.
- El motor ha estado funcionando durante un período de diez minutos.

La velocidad baja en vacío elevada se desactivará si se cumple una cualquiera de las condiciones siguientes:

- Se pisa el acelerador más del 25 por ciento de su recorrido.
- Se oprime el interruptor manual del éter.
- La transmisión está conectada.
- Se desconecta el freno de estacionamiento.

Si la transmisión se regresa a la posición neutral y se conecta el freno de estacionamiento, se activará otra vez la modalidad de desconexión de cilindros en frío después de diez minutos” (RODRIGUEZ, 2019)

Componentes del sistema de control electrónico

(RODRIGUEZ, 2019) “Los componentes principales del sistema de control electrónico son los siguientes:

- Sensor de temperatura del refrigerante del posenfriador
- Sensor de presión de admisión del turbocompresor
- Sensor de presión de salida del turbocompresor
- Módulo de control electrónico
- Mazo de cables
- Sensor de temperatura del refrigerante del motor
- Sensor de presión de aceite del motor
- Sensor de velocidad/sincronización del motor
- Módulo de personalidad
- Sensor de presión atmosférica
- Sensor de posición del acelerador
- Sensor de presión del cárter
- Sensor de temperatura del escape” (RODRIGUEZ, 2019)

El sistema de control electrónico fue creado para el sistema de combustible del motor y para el de admisión de aire y escape. Al igual que para manipular de forma electrónica la entrega de combustible y la sincronía del suministro. Asimismo

proporciona más supervisión de la sincronía y del reporte de combustible comparada con los motores mecánicos tradicionales.

La sincronía del suministro se obtiene a través del chequeo del instante en que se prenden los inyectores. La velocidad del motor se regula adecuando el tiempo de encendido. El ECM acciona los solenoides del inyector de combustible para iniciar la inyección.

El motor utiliza 3 clases de componentes electrónicos:

- El de Entrada
- El De control
- El de Salida

Entrada: manda una señal eléctrica al módulo de control electrónico del sistema. Esta cambia en voltaje o en frecuencia como resultado al cambio en un sistema específico. El ECM descifra la señal de entrada del sensor para obtener instrucciones sobre la máquina las cuales suelen ser sobre el ambiente, condición u operación de la máquina.

El de control del sistema acepta las señales de entrada, estas señales son evaluadas por los circuitos electrónicos que se encuentran dentro del componente, suministrando energía eléctrica a los componentes de salida; la energía es proporcionada como resultado de combinaciones preestablecidas de los valores de las señales de entrada.

Este módulo maneja un componente de salida, este obtiene energía eléctrica del grupo de control, utilizándola para realizar las actividades siguientes:

- Le da energía al solenoide de los inyectores de combustible que inicia la inyección de combustible, agarrando una porción operativa en la regularización u operatividad del equipo.

- Envía instrucciones advirtiéndolo al operario del motor.

Los componentes facilitan el control de la operatividad del motor de manera electrónica, lo que permite tener las ventajas siguientes: desempeño incrementado del motor, uso limitado de combustible y niveles de emisión limitados.

Este sistema otorga un control avanzado de la inyección de combustible y la sincronización en relación a los motores mecánicos tradicionales, por otra parte ajusta la velocidad del motor a través de un control exacto de la sincronización y del tiempo de la inyección de combustible para otorgar las ventajas siguientes:

- Reducción en la utilización de combustible.
- Mejoraría del rendimiento del motor.
- Reducción en los niveles de emisiones.

El sistema de control electrónico cuenta de los siguientes elementos:

- Módulos electrónicos de visualización
- Módulo de control electrónico (ECM)
- Sensores del motor

- Dispositivos para proporcionar retroalimentación
- Solenoides de inyector
- Dispositivos de salida
- Mazos de cables

Módulo de control electrónico (ECM)

Este módulo maneja la operatividad del motor, recibiendo instrucciones de los sensores del motor y de los dispositivos que otorgan realimentación que establece la capacidad de operación del motor.

Está compuesto por los elementos siguientes: computadora de control (hardware), software y circuitos de entrada y salida.

El hardware cuenta con un microprocesador y de circuitos electrónicos, el software (archivo Flash) posee mapas de operatividad que especifican las curvas de potencia y de par motor. También posee parámetros que pueden ser colocados en la fábrica para mejorar el desempeño del motor. Los circuitos de entrada y salida permiten que el ECM lleve instrucciones a los elementos del motor. Los circuitos de entrada y salida ayudan al ECM a recibir instrucciones de los elementos del motor.

Módulos electrónicos de visualización

El ECM del motor se contacta con alguno de las dos clases de módulos de visualización. El primero es el Sistema monitor electrónico (EMS) y el segundo es el Sistema de visualización de información vital (VIDS) o también conocido como Sistema de administración de información vital (VIMS).

El ECM obtendrá información por medio del enlace de datos CAT a partir de los módulos de visualización, este mandará información por medio del enlace de datos CAT a los módulos de visualización.

Esta información estará filtrada, relacionada con la capacidad de operatividad del motor a los módulos de visualización. La información se toma de las entradas de las señales percibidas por los sensores del motor y de realimentación de los elementos del sistema. Los módulos de visualización notificarán al usuario de la capacidad de operatividad del motor.

Sensores del motor

Estos sensores suministran realimentación al ECM del motor a cerca de parámetros esenciales de operatividad, por otra parte utiliza la información de los sensores para monitorear el desempeño del motor con la finalidad de prevenir daños al mismo, de existir situaciones anormales de operatividad.

El ECM puede comenzar a reducir la potencia del motor si están presente situaciones anormales de operatividad, este comunicará al operador de la situación a través de los módulos electrónicos de visualización.

A continuación se describen los del motor, se puede dar la posibilidad que en su utilización no se empleen todos los sensores.

- Sensor derecho e izquierdo de presión de admisión al compresor del turbocompresor
- Sensor de temperatura del refrigerante
- Sensor de presión de salida del turbocompresor
- Sensor de temperatura del posenfriador
- Sensor de presión de aceite del motor
- Sensor de temperatura del múltiple de admisión
- Sensor de presión atmosférica
- Sensor de temperatura del escape derecho e izquierdo

- Sensor de presión del cárter
- Sensor de presión de la bomba del ventilador de enfriamiento del motor

Dispositivos de salida

El ECM manda una señal a los dispositivos de salida para ocasionar una reacción determinada, de igual manera supervisa el voltaje o la corriente que entra a un dispositivo para definir si sus circuitos están trabajando de manera normal.

Los siguientes dispositivos son posibles de activarse por medio del ECM del motor:

- Solenoides del éter
- Interruptor magnético del motor de arranque
- Luz de dar servicio al motor
- Solenoides de inyector
- Solenoide de control del ventilador del motor

Dispositivos de entrada

El ECM del motor admite entradas de señal de dispositivos que suministran señales de posición o de solicitud de posición, utiliza esta información para comprobar la posición de un accionador, también la utiliza para dar respuesta a un comando del operador.

Los dispositivos siguientes suministran una entrada de señal al ECM del motor:

- Solenoide del retardador

- Interruptor del acelerador
- Sensor de posición del desacelerador
- Sensor de velocidad/sincronización del motor
- Entrada de giro del motor sin inyección
- Enlace de datos Cat

Fig. 8. El ECM



A continuación se describen los componentes del ECM según (RODRIGUEZ, 2019)

“(1) Salida de combustible

(2) El ECM

(3) Entrada de combustible

El combustible enfría el ECM (2) a medida que el combustible circula a través de un múltiple que está dentro del módulo de control. El combustible entra en el módulo de control. El combustible de la bomba de transferencia de combustible entra en el módulo de control a través de la admisión de combustible (3). El combustible sale del módulo de control por la salida de combustible (1).” (RODRIGUEZ, 2019)

El módulo de personalidad está compuesto por los siguientes artículos:
(RODRIGUEZ, 2019)

“• El módulo de personalidad posee todo el software y las instrucciones para el ECM. La actualización del módulo de personalidad a una versión diferente puede producir algunos cambios. Algunas de las características de operación del motor pueden funcionar diferentemente.

• Un mapa de control que define el consumo de combustible, la sincronización y otros valores similares. Estos valores se definen para diversas condiciones de operación a fin de lograr el rendimiento del motor y el consumo de combustible óptimos. Estos valores están programados en el módulo de personalidad en la fábrica. (RODRIGUEZ, 2019)

El ECM consta de los siguientes artículos:

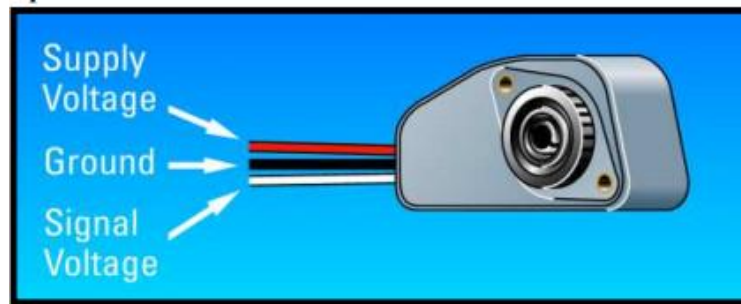
• El ECM tiene un microprocesador que se usa para realizar funciones de computación. El microprocesador es necesario para que el ECM ejecute las siguientes funciones: regular, control de sincronización de la inyección, funciones de diagnóstico del sistema y comunicaciones de enlace de datos. El microprocesador recibe instrucciones del software que está guardado en el módulo de personalidad. (RODRIGUEZ, 2019)

• El ECM tiene una memoria permanente que se usa para guardar los parámetros programables y los códigos de diagnóstico. (RODRIGUEZ, 2019)

• Los circuitos de entrada filtran el ruido eléctrico de las señales de los sensores. Los circuitos de entrada protegen los circuitos internos del ECM contra niveles de voltaje potencialmente perjudiciales. (RODRIGUEZ, 2019)

- Los circuitos de salida proporcionan las corrientes de alto amperaje que se necesitan para energizar los solenoides del inyector, las lámparas y los relés.
(RODRIGUEZ, 2019)”

Fig. 9 Sensor de posición del acelerador

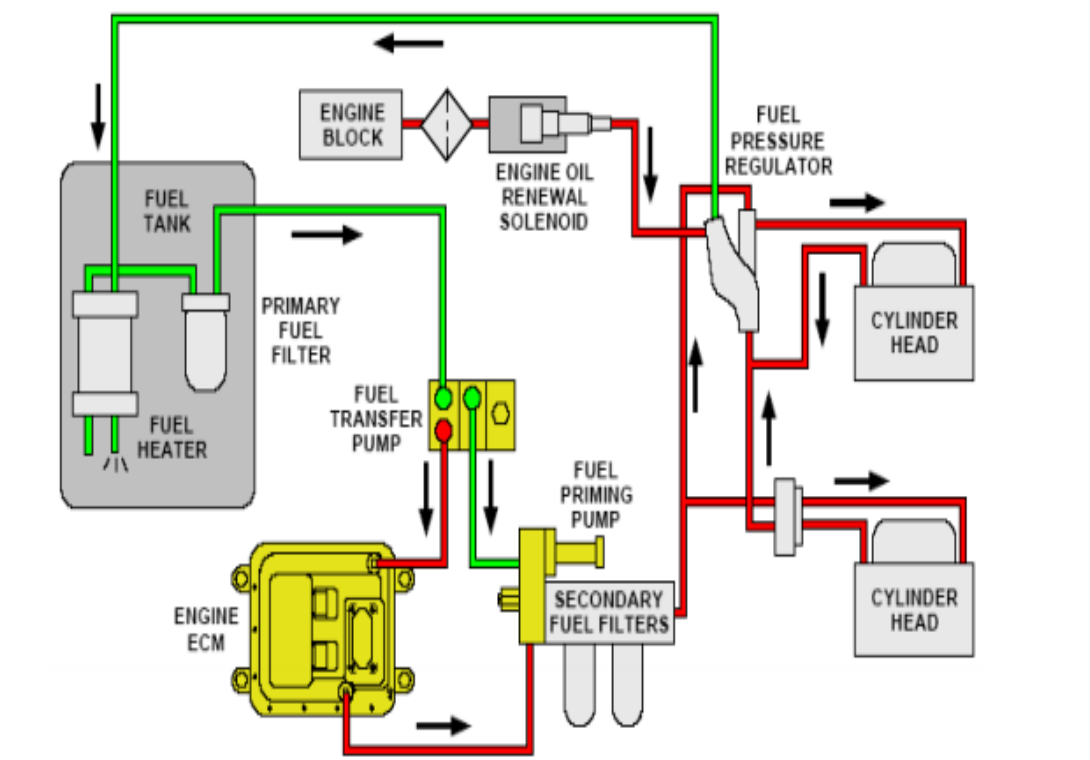


Sensor de posición del acelerador

- Este sensor quita la obligación de varillajes mecánicos y varillajes neumáticos entre el regulador mecánico y el pedal del acelerador. Es un grupo de sensores de posición giratoria unidos al pedal de manera directa al acelerador. La señal eléctrica de este sensor se manda al ECM para regular la velocidad del motor.

La salida del sensor es una señal de frecuencia continua y con modulación de tiempo de impulsos en lugar de voltaje analógico

fig. 10 Circuito del motor 3516B



Circuito de control electrónico del sistema de combustible

- El sistema de inyectores unitarios manejados de forma electrónica y activada de manera mecánica facilita el manejo electrónico completo de la sincronía de la inyección. Cuando la sincronía cambia es por mejorar el desempeño del motor, como producto de la capacidad de operatividad del motor.
- La velocidad del motor se regula adecuando el tiempo de la inyección. El anillo de base de sincronización pertenece al conjunto de engranaje trasero. El sensor de velocidad/sincronización del motor supervisa el anillo de sincronización para suministrar instrucciones al Módulo de control electrónico (ECM). Instrucciones que son usadas para definir la ubicación del cigüeñal y la velocidad del motor, al igual que otra información que permitan al ECM suministrar de manera correcta una señal a los solenoides de los inyectores. Para iniciar la inyección de combustible se debe energizar el solenoide del inyector de combustible y para culminar dicha inyección se desenergiza el solenoide.

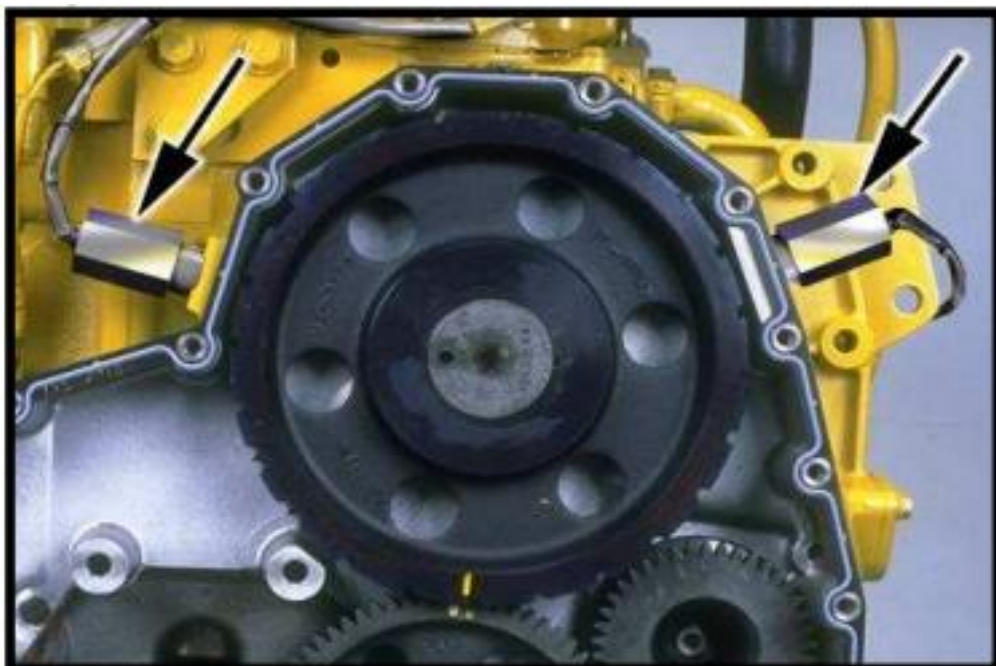


Fig. 10 Engranaje del motor

Mecanismo de los inyectores de combustible

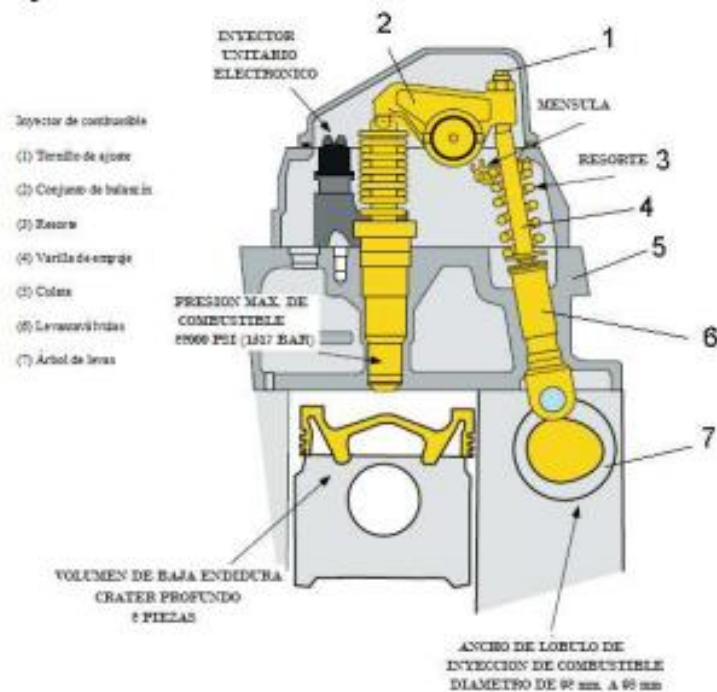


Fig. 11 Inyector de combustible

Las partes del inyector de combustible se describen a continuación

(RODRIGUEZ, 2019)

“ (1) Tornillo de ajuste

(2) Conjunto de balancín

(3) Resorte

(4) Varilla de empuje

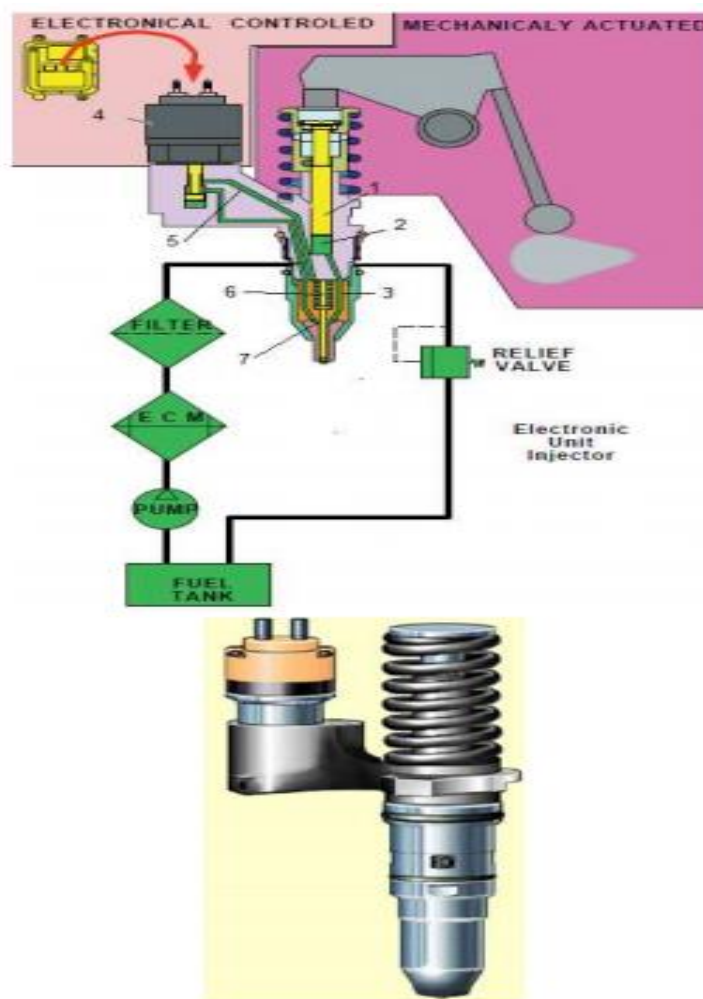
(5) Culata

(6) Levantaválvulas

(7) Árbol de levas

La fuerza se transfiere a partir del lóbulo hasta el inyector de combustible en el árbol de levas (7). La fuerza se transfiere por medio del levantaválvulas (6) hasta la varilla de empuje (4). La fuerza se transfiere de la varilla de empuje (4) hasta la parte superior de la bomba del inyector de combustible por medio del balancín (2). El tornillo ajuste (1) ayuda a adecuar el juego de los inyectores. (RODRIGUEZ, 2019)”

Inyector de combustible



(RODRIGUEZ, 2019) Inyector de combustible

“(1) Émbolo

(2) Cámara de bombeo

(3) Conducto de combustible de alta presión

(4) Válvula de cartucho

(5) Conducto de combustible de baja presión

(6) Válvula de aguja

(7) Cámara de válvula

Cuando la carrera del émbolo (1) está en la parte superior, el combustible fluye a través de los conductos de combustible de baja presión en la caja. El combustible luego fluye hacia el conducto central en el émbolo y hacia la cámara de bombeo (2) debajo del émbolo. (RODRIGUEZ, 2019)

Cuando la carrera del émbolo se encuentra en la parte inferior, el combustible fluye a través de los conductos de combustible de alta presión (3). El combustible fluye a través de la válvula de cartucho abierta (4) y hacia los conductos de combustible de baja presión (5). (RODRIGUEZ, 2019)”

En el momento que la válvula de cartucho se encuentre sellada o activa, el flujo de combustible se cierra por medio de la válvula de cartucho, causando un aumento de la presión del combustible y comienza la inyección. Esta sigue mientras la válvula de cartucho se abra o desactiva.

El combustible puede circular por medio de la válvula de cartucho, ocasionando una baja en la presión y la interrupción de la inyección. El émbolo sigue enviando combustible por medio de la válvula de cartucho que esta aperturada, mientras la carrera del émbolo llegue a la parte inferior. El resorte del inyector de combustible crea que el émbolo regrese al puesto de arranque y el ciclo se reproduce.

El arranque de la inyección se define al momento que el módulo de control electrónico (ECM) abre o cierra la válvula de cartucho por medio del solenoide del inyector. El número de combustible que se inyecta se define al momento de abrir o cerrar la válvula de cartucho.

(RODRIGUEZ, 2019) “Durante la carrera de la inyección de combustible, el combustible pasa desde la cámara de bombeo hacia la boquilla del inyector de combustible. La boquilla posee una válvula de aguja (6) que se carga mediante un resorte. El combustible fluye a través del conducto de combustible alrededor de la válvula de aguja hacia la cámara de válvula (7). En la cámara de válvula, la presión del combustible levanta la válvula de aguja del asiento.

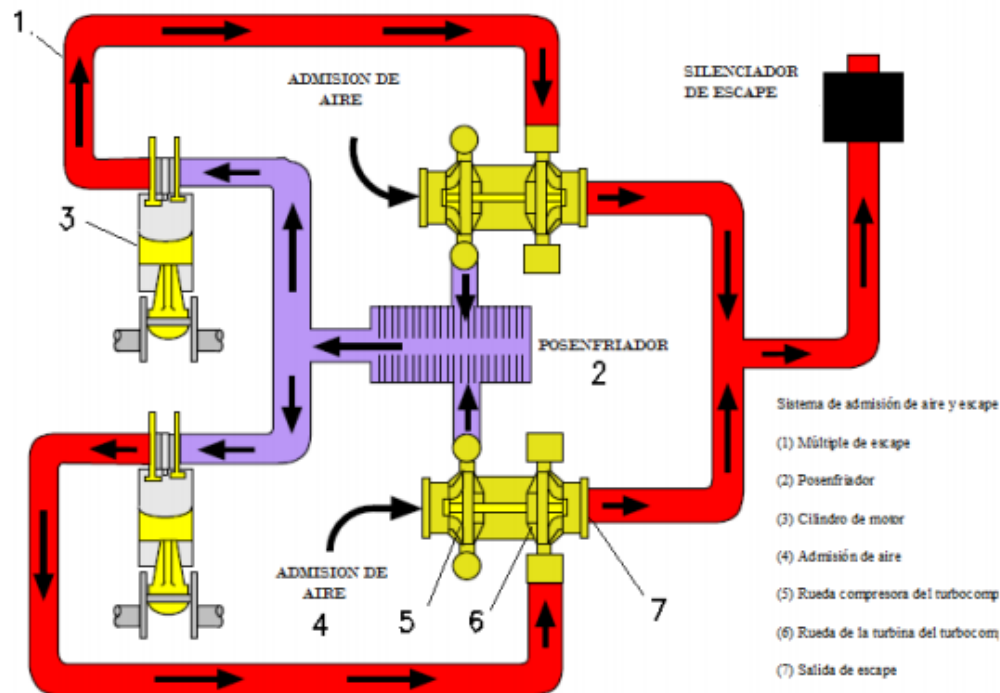
El combustible puede circular ahora por los orificios en la punta hacia la cámara de combustión. (RODRIGUEZ, 2019)”

Por debajo del inyector de combustible prevalece una pequeña separación por la parte baja de la culata de cilindro en la cámara de combustión. El extremo del inyector de combustible posee diversos agujeros mínimos distanciados de manera uniforme en torno al diámetro externo. Estos agujeros esparcen combustible en la cámara de combustión.

Los elementos del sistema de admisión y de escape manejan la cantidad y calidad de aire dispuesta para la combustión.

(RODRIGUEZ, 2019)” El múltiple de admisión es una serie de codos que conectan la cámara del posenfriador a las lumbreras de admisión (conductos) de las culatas. Hay un árbol de levas en cada lado del bloque. Los dos árboles de levas controlan el movimiento de los componentes del sistema de válvulas”. (RODRIGUEZ, 2019)

Fig. 12 Sistema de admisión de aire y de escape



A continuación se describe la figura 12. Citada por: (RODRIGUEZ, 2019)

“(1) Múltiple de escape (2) Posenfriador (3) Cilindro de motor (4) Admisión de aire (5) Rueda compresora del turbocompresor (6) Rueda de la turbina del turbocompresor (7) Salida del escape La rueda del compresor (5) hace pasar el aire limpio de admisión desde los filtros de aire a través de la entrada de aire (4) al compresor del turbocompresor. (RODRIGUEZ, 2019)

La rotación de la rueda del compresor comprime el aire. La rotación de la rueda compresora del turbocompresor fuerza entonces el aire a través de un tubo al posenfriador (2). (RODRIGUEZ, 2019)

El posenfriador reduce la temperatura del aire comprimido antes de que el aire entre en la cámara de admisión en cada culata. Las válvulas de admisión controlan el

flujo de aire desde la cámara de admisión en las culatas. Hay dos válvulas de admisión y dos válvulas de escape para cada cilindro. Vea en Operación de Sistemas, "Mecanismo de las válvulas". Las válvulas de admisión se abren cuando el pistón se mueve hacia abajo en el tiempo de admisión. El aire enfriado y comprimido es extraído de la cámara de admisión por el cilindro. Las válvulas de admisión se cierran y el pistón empieza a moverse hacia arriba en el tiempo de compresión. (RODRIGUEZ, 2019)".

Continuando con una descripción detallada de todo el mecanismo del Sistema de admisión de aire y de escape, (RODRIGUEZ, 2019), menciona:

“Cuando el pistón está cerca de la parte de arriba de la carrera de compresión, se inyecta combustible en el cilindro. El combustible se mezcla con el aire y empieza la combustión. La fuerza de la combustión empuja el pistón hacia abajo en el tiempo de expansión. Cuando el pistón se mueve hacia arriba otra vez, el pistón está en la carrera de escape. (RODRIGUEZ, 2019)

Las válvulas de escape se abren y los gases de escape son expulsados por la lumbrera de escape pasando al múltiple de escape (1). Después de que el pistón termine la carrera de escape, las válvulas de escape se cierran y el ciclo vuelve a empezar. Los gases de escape desde el múltiple de escape (1) entran por el lado de la turbina del turbocompresor. (RODRIGUEZ, 2019)

Los gases de escape causan que la rueda de la turbina (6) gire. La rueda de turbina está conectada al eje que impulsa la rueda compresora del turbocompresor (5). Los gases de escape salen a través de la salida de escape (7). Turbocompresor El lado

de la turbina del turbocompresor está montado en el múltiple de escape respectivo. (RODRIGUEZ, 2019)

El lado del compresor de cada turbocompresor está conectado por medio de tubos a la parte de arriba de la caja del posenfriador. (RODRIGUEZ, 2019)

Posenfriador

El posenfriador se encuentra en el centro de la V. El posenfriador tiene un conjunto del núcleo que se carga con refrigerante. El refrigerante fluye desde la bomba de agua a través de un tubo y llega al posenfriador. El refrigerante fluye entonces a través del núcleo. (RODRIGUEZ, 2019)

El refrigerante regresa al posenfriador a través de un tubo diferente. Hay un conector (tubería) que conecta la parte trasera inferior de cada núcleo al bloque de motor. Este conector se usa para drenar el posenfriador cuando se drena el refrigerante del motor. El aire de admisión del lado del compresor de los turbocompresores pasa al posenfriador a través de tubos. El aire atraviesa entonces las aletas del conjunto del núcleo con lo que se reduce la temperatura. El aire más frío sale por la parte inferior del posenfriador y llega al múltiple de admisión. El aire fluye hacia arriba a través de los codos hasta las lumbreras de admisión (conductos) en las culatas de cilindros. Hay sensores para la temperatura del agua del posenfriador y para la temperatura del aire del múltiple de admisión. (RODRIGUEZ, 2019)”

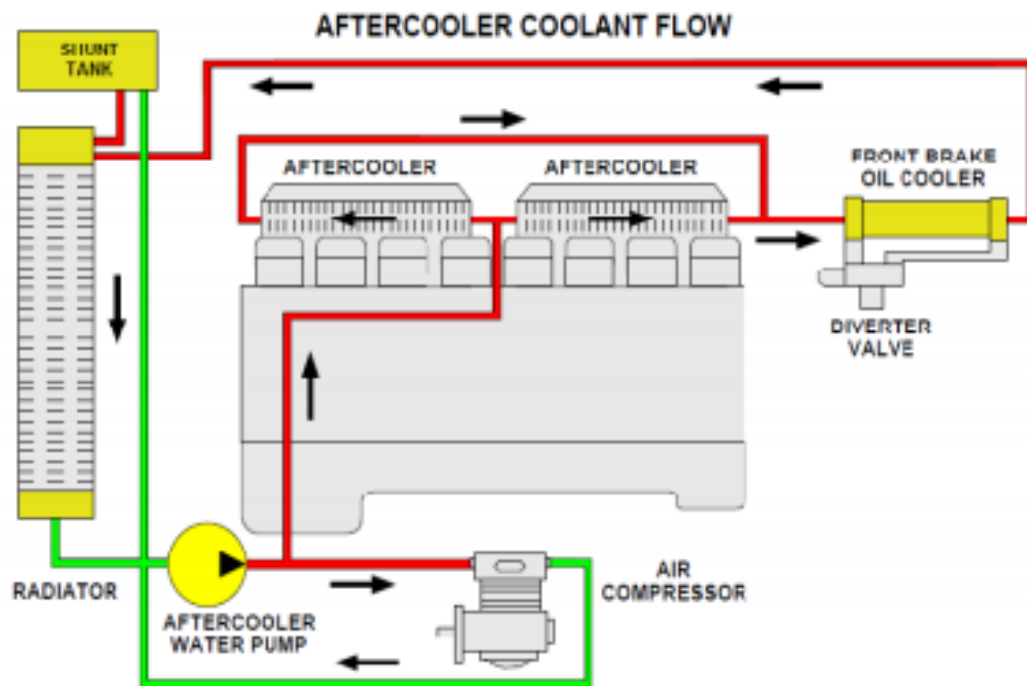


Fig. 13 Mecanismo de válvula



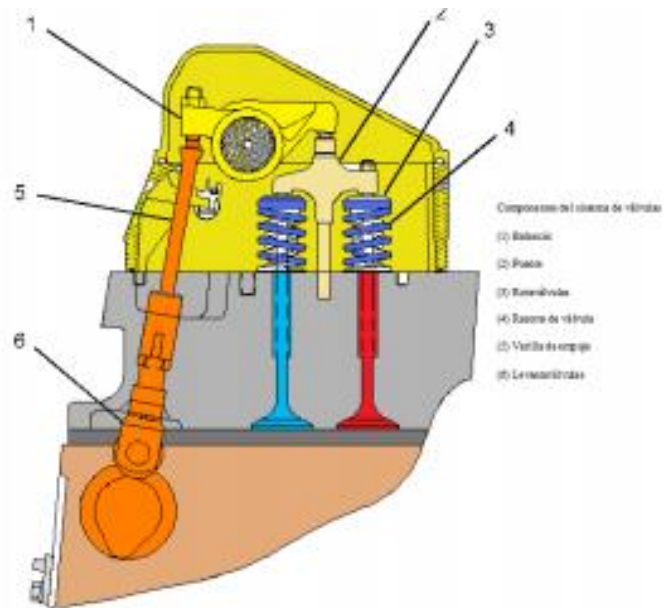
Mecanismo de válvula

El flujo de aire de admisión es regulado por los elementos de los sistemas de válvulas hacia los cilindros y los gases de escape de los cilindros a lo largo de la operatividad del motor.

Los engranajes de los árboles de levas son empujados por el engranaje del cigüeñal a través de engranajes locos. Los dos árboles de levas tienen que estar a la par con el cigüeñal para recibir la conexión exacta entre el pistón y el movimiento de las válvulas.

Por cada cilindro los árboles de levas poseen tres lóbulos, de los cuales dos lóbulos trabajan las válvulas y otro activa el inyector de combustible.

Fig. 14. Componentes del sistema de válvulas



Componentes del sistema de válvulas

“(RODRIGUEZ, 2019)

(1) Balancín

(2) Puente

(3) Rotaválvulas

(4) Resorte de válvula

(5) Varilla de empuje

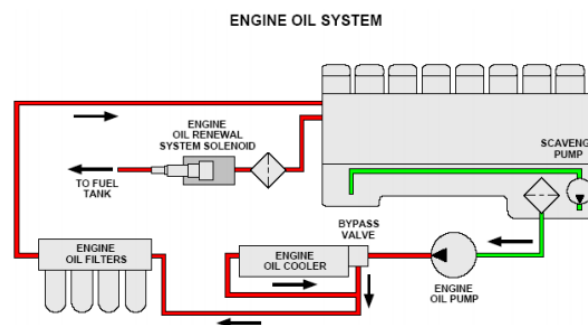
(6) Levantaválvulas

A medida que cada árbol de levas gira, los lóbulos en el árbol de levas causan que los levantaválvulas (6) se muevan hacia arriba y hacia abajo. Este movimiento causa que las varillas de empuje (5) muevan los balancines (1). El movimiento de los balancines causa que los puentes (2) se muevan hacia abajo sobre las espigas en la culata. Los puentes abren simultáneamente dos válvulas. (RODRIGUEZ, 2019)

Las válvulas pueden ser de admisión o de escape. Hay dos válvulas de admisión y dos válvulas de escape para cada cilindro. Los resortes de las válvulas (4) hacen que las válvulas se cierren cuando los levantaválvulas se mueven hacia abajo. Los rotaválvulas (3) hacen que las válvulas giren mientras funciona el motor. (RODRIGUEZ, 2019)”

La rotación de las válvulas reduce a un mínimo los depósitos de carbón en las válvulas, lo que hace que prolonguen su duración.

Operación del sistema de lubricación



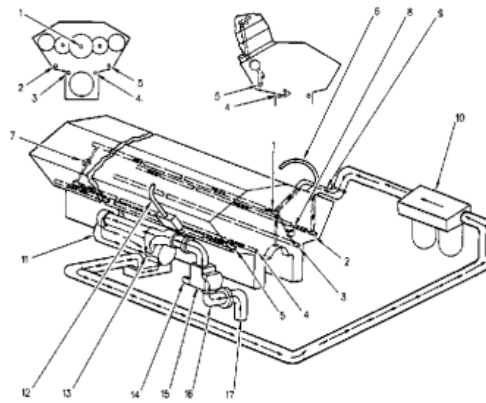


Fig. 15 Bomba de aceite principal y diagrama del sistema de lubricación

“(RODRIGUEZ, 2019)

- (1) Conducto de aceite principal
- (2) Conducto de aceite del árbol de levas
- (3) Conducto de la boquilla de enfriamiento de los pistones
- (4) Conducto de la boquilla de enfriamiento de los pistones
- (5) Conducto de aceite del árbol de levas
- (6) Suministro de aceite del turbocompresor
- (7) Válvula de secuencia o válvula de prioridad
- (8) Válvula de secuencia o válvula de prioridad
- (9) Adaptador
- (10) Base del filtro de aceite del motor
- (11) Enfriador de aceite del motor

(12) Tubería de drenaje del turbocompresor

(13) Válvula de derivación del enfriador de aceite del motor

(14) Válvula de alivio

(15) Bomba de aceite del motor

(16) Codo

(17) Campana de succión (RODRIGUEZ, 2019)

A continuación se realiza una descripción detallada del trabajo de la bomba de aceite:

Este sistema utiliza una bomba de aceite (15) con tres engranajes. Los engranajes de la bomba son impulsados por el tren de engranajes delantero. La bomba de aceite del motor extrae el aceite del colector de aceite del motor a través de la campana de succión (17) y el codo (16). La campana de succión tiene una rejilla para poder limpiar el aceite. (RODRIGUEZ, 2019)

La válvula de alivio (14) está en la bomba de aceite del motor. La válvula de alivio (14) controla la presión del aceite desde la bomba de aceite del motor. La bomba de aceite del motor puede enviar demasiado aceite al sistema. Cuando hay demasiado aceite, la presión de aceite del motor sube y la válvula de alivio se abre. Esto permite que el aceite que no sea necesario vuelva al conducto de aceite de entrada de la bomba de aceite del motor. (RODRIGUEZ, 2019)

La bomba de aceite del motor empuja el aceite a través del enfriador de aceite del motor (11) y a través de los filtros del aceite al conducto de aceite principal (1) y al

conducto de aceite del árbol de levas (2) en el bloque de motor. El enfriador de aceite del motor baja la temperatura del aceite antes de que se envíe a los filtros. (RODRIGUEZ, 2019)

La válvula de derivación del enfriador de aceite del motor (13) permite que el aceite circule directamente a los filtros de aceite del motor si se obstruye el enfriador de aceite del motor o si el aceite se hace suficientemente espeso como para aumentar la diferencia de presión del aceite en 180 ± 20 kPa (26 ± 3 lb/pulg²). (RODRIGUEZ, 2019)”

Continuando con la descripción de la bomba de aceite, se realiza una descripción de todo el diagrama del sistema de lubricación.



Fig. 16 Lado izquierdo del motor

“(RODRIGUEZ, 2019)

(10) Base del filtro de aceite del motor (19) Válvulas de derivación del filtro de aceite del motor (20) Tubería de aceite del motor (21) Suministro de aceite (22) Filtros de aceite del motor Los filtros de aceite del motor (22) están situados en el lado

delantero izquierdo del bloque de motor. La base del filtro de aceite del motor (10) también tiene una válvula de derivación (19) por cada filtro. El aceite limpio procedente de los filtros circula por la tubería de aceite del motor (20) y pasa al bloque por el adaptador (9). (RODRIGUEZ, 2019)

Parte del aceite pasa al conducto de aceite del árbol de levas izquierdo (2). El resto del aceite va al conducto principal de aceite (1). Los conductos de aceite de los árboles de levas (2) y (5) están conectados a cada cojinete del árbol de levas por medio de un agujero taladrado. (RODRIGUEZ, 2019)

El aceite pasa alrededor de cada muñón de árbol de levas. Después, el aceite pasa por la culata y por la caja del balancín y llega al eje del balancín. Hay un agujero taladrado que conecta las perforaciones de los levantaválvulas con el conducto de circulación del aceite del eje del balancín. Los levantaválvulas se lubrican en la parte superior de cada embolada. (RODRIGUEZ, 2019)

El conducto principal de aceite (1) está conectado a los cojinetes de bancada por medio de agujeros taladrados. Los agujeros taladrados en el cigüeñal conectan el suministro de aceite de los cojinetes de bancada con los cojinetes de biela. El aceite de la parte trasera del conducto de aceite principal va a la parte trasera del conducto de aceite del árbol de levas (5). (RODRIGUEZ, 2019)

La válvula de secuencia (7) y la válvula de secuencia (8) permiten que el aceite vaya desde el conducto de aceite principal (1) al conducto de la boquilla de enfriamiento de los pistones (3) y al conducto de la boquilla de enfriamiento de los

pistones (4). Las válvulas de secuencia comienzan a abrirse a aproximadamente 130 kPa (19 lb/pulg²). (RODRIGUEZ, 2019)

Las válvulas de secuencia no permiten que pase aceite al conducto del chorro de enfriamiento de los pistones hasta que haya presión en el conducto principal de aceite. Esto reduce el tiempo necesario para acumular presión cuando se arranca el motor. Esto contribuye también a mantener la presión cuando el motor funciona en vacío. (RODRIGUEZ, 2019)”



Fig. 17 Enfriamiento y lubricación de los pistones

(RODRIGUEZ, 2019)

(18) Boquilla de enfriamiento del pistón Hay una boquilla de enfriamiento del pistón (18) debajo de cada pistón. (RODRIGUEZ, 2019)

Cada boquilla de enfriamiento de los pistones tiene dos aberturas. Una abertura apunta en la dirección de un conducto ubicado en la parte inferior del pistón. Este conducto lleva aceite a un múltiple situado detrás de la banda para anillos del pistón. (RODRIGUEZ, 2019)

Hay una ranura en la parte lateral de las perforaciones de los dos pasadores de biela que se conecta con el múltiple ubicado detrás de la banda de anillos. La otra abertura de la boquilla de enfriamiento apunta en la dirección del centro del pistón. Esto ayuda a enfriar el pistón y lubrica el pasador de biela. (RODRIGUEZ, 2019)

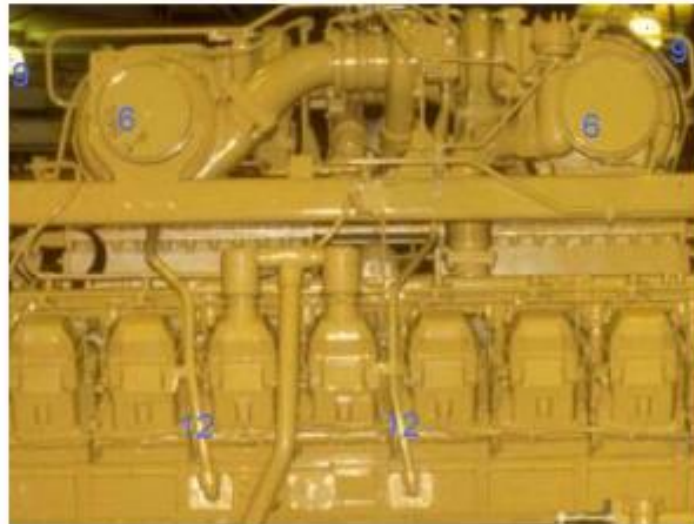


Fig. 18 Lado delantero izquierdo del motor

(RODRIGUEZ, 2019) (9) Adaptador (12) Tubería de drenaje del turbocompresor El adaptador (9) está situado en la parte delantera del grupo de cilindros de la izquierda. El suministro de aceite del turbocompresor (6) envía aceite desde el adaptador a los turbocompresores. La tubería de drenaje del turbocompresor (12) está conectada con las tapas de las cajas de los árboles de levas en cada lado del motor. Después de llevar a cabo las funciones de lubricación y enfriamiento el aceite regresa al colector de aceite del motor. (RODRIGUEZ, 2019)

Continuando con funcionamiento del motor Caterpillar 3516B, a continuación se realiza una descripción del sistema de recuperación de aceite:

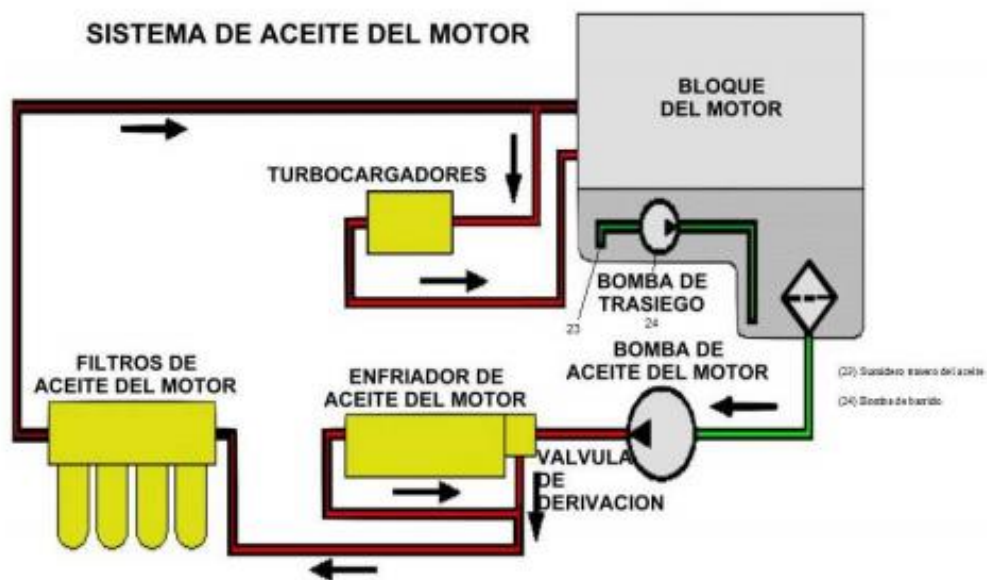


Fig. 19 Sistema de recuperación de aceite

(RODRIGUEZ, 2019) "Sistema de recuperación de aceite (23) Sumidero trasero del aceite (24) Bomba de barrido Este motor usa también una bomba de recuperación de aceite para mover el aceite desde la parte trasera del sumidero (extremo poco profundo) a la parte delantera. (RODRIGUEZ, 2019)

La bomba de barrido (24) es una bomba impulsada por un engranaje. La bomba recibe aceite a través de un sumidero de aceite trasero (23). Este sistema es necesario para mantener aceite suficiente en la campana de succión principal (17). (RODRIGUEZ, 2019)"

Operación del sistema de enfriamiento

Agua de las camisas

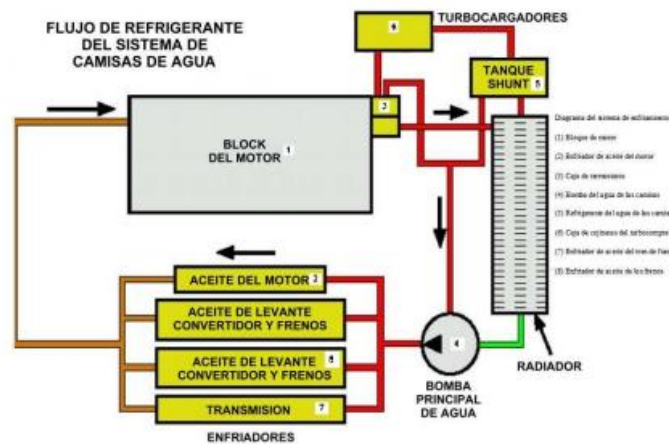


Fig. 20 Diagrama del sistema de enfriamiento

(RODRIGUEZ, 2019) “(1) Bloque de cilindros (2) Enfriador de aceite del motor (3) Caja del regulador (4) Bomba del agua de las camisas (5) Radiador (6) Caja del cojinete para el turbocompresor (7) Enfriador del aceite del tren de impulsión (8) Enfriador del aceite de los frenos.

El refrigerante entra en la bomba de agua de las camisas (4) a través de un codo. El codo se conecta a la fuente del refrigerante del agua de las camisas (5). El flujo de refrigerante se divide y parte de éste se envía a través del enfriador de aceite del motor (2). (RODRIGUEZ, 2019)

El refrigerante fluye hacia arriba por las camisas de agua. El refrigerante fluye alrededor de las camisas del cilindro, desde la parte inferior a la superior. La camisa de agua es más pequeña hacia la parte superior de las camisas del cilindro. La temperatura es más alta en esta zona cerca de la parte superior de las camisas de

cilindro. Este resalto causa que el refrigerante vaya más rápido para obtener un mejor enfriamiento de las camisas. (RODRIGUEZ, 2019)

El refrigerante va desde la parte superior de las camisas y entra en la culata desde donde se envía el refrigerante alrededor de las piezas que tienen la temperatura más alta. El refrigerante va entonces a la parte superior de la culata de cilindro. El refrigerante fluye a través de un codo. (RODRIGUEZ, 2019)

El refrigerante entra en un múltiple de agua en cada banco de cilindros. El refrigerante pasa a través del múltiple hacia la caja del regulador (3). La caja del regulador (3) posee una sección superior de flujo y una sección inferior de flujo. Esta caja del regulador usa cuatro reguladores de termostato. (RODRIGUEZ, 2019)

Las ampollas de detección de los cuatro termostatos están en el refrigerante, en la sección inferior de la caja. Antes de que se abran los reguladores, el refrigerante frío se envía a través de la tubería de derivación. (RODRIGUEZ, 2019)

Este refrigerante se envía de vuelta a la entrada de la bomba del agua de las camisas (4). A medida que aumenta la temperatura del refrigerante, los reguladores empiezan a abrirse y se restringe el flujo de refrigerante por la tubería de derivación. Todo el refrigerante se envía a través de las salidas hacia el refrigerante del agua de las camisas (5). También ocurre que el refrigerante circula desde la caja del regulador superior (3) a la caja del cojinete para el turbocompresor (6). El refrigerante luego se devuelve al radiador (5) (RODRIGUEZ, 2019).“

La empresa Caterpillar realiza pruebas y ajustes 3500B de gran cilindrada para Motores de equipos fabricados por ellos.

Medición de la presión del múltiple de admisión SMCS

Para corroborar el desempeño de un motor, se define la presión de refuerzo en el múltiple de admisión en el transcurso de la prueba de calado del convertidor de par. Se debe realizar una comparación entre esta presión y las especificaciones suministradas por el fabricante.

Esta prueba se realiza al momento de haber un incremento en la temperatura del escape que va hacia el turbocompresor en el motor, previo a tener señales claras de problemas en el motor. El desempeño y la presión perfectos para el múltiple de admisión se muestran en las especificaciones del fabricante en la TMI.¹

(CAT, 2019). Esta información se realiza bajo las siguientes condiciones: ± 96 kPa (28,8 pulgadas de Hg) de presión barométrica seca $\pm 25^{\circ}\text{C}$ (77°F) de temperatura ambiente \pm Combustible clasificado a 35 API.

Alguna modificación de esta situación puede variar la presión en el múltiple de admisión. Es posible que el aire externo tenga una temperatura más alta y una presión barométrica por debajo que los valores indicados con anterioridad. Esto generará una medición de la presión del múltiple de admisión más baja que la presión que se da en la TMI. (CAT, 2019).

¹Ajuste de combustible e Información. Información Técnica de Mercadeo, CARTEPILLAR

Al realizar estas pruebas se deben tener en consideración la temperatura externa, ya que si esta es más baja con una presión mayor, tendremos como resultado una medida de presión mayor en el múltiple de admisión. Cualquier disparidad en la consistencia del combustible cambiaría la potencia (velocidad mínima) y la presión de refuerzo.

Al emplear combustible catalogado por debajo 35 API, permite que la presión en el múltiple de admisión este por encima de la presión sugerida por el fabricante. Al momento de hacer una verificación de la presión, se debe tener la certeza de que no exista restricción en la admisión de aire así como en la del escape.

2.3 Definición de términos básicos

Rendimiento de un motor:

Es la medida de la capacidad que posee el motor para transformar la energía eléctrica en energía mecánica.

Gestión del mantenimiento

Realizar un mantenimiento no implica reparar una maquinaria ya dañada, por el contrario es mantener el equipo que se encuentra operativo a los niveles especificados. Por consiguiente, un correcto mantenimiento no implica hacer el trabajo equivocado de la manera más eficiente, su principal prioridad es evitar fallas, reduciendo de esta manera los riesgos de paradas inesperadas.

Presión de Refuerzo:

El sistema de presión de refuerzo ayuda en el aumento de la presión generada en la parte interna del múltiple de admisión para llegar a un punto superior al de la presión atmosférica.

El incremento en la presión permite garantizar la combustión total de la unión aire-combustible. Por otro lado comprueba la pureza de los elementos y la operatividad del sistema, de igual manera muestra las fallas en el sistema. La computadora activa este monitor una vez por cada disparo.

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA

3.1. Método, y alcance de la investigación

El actual estudio se desarrolla en un motor de combustión interna 3516B Caterpillar, para identificar sus indicadores de operatividad utilizándose variables cuantitativas y cualitativas de la clase continuas, comprendiéndose como continuas a las variables que permiten fracciones o cantidades decimales ya que las variables utilizadas son de tipo numérica.

Este estudio tiene un diseño basado en la modalidad de investigación experimental, la cual al tener datos en tiempo real, nos favorece para tener una buena conexión causa efecto en una investigación, aislando y eliminando todos los elementos que logren ser causantes de un producto específico, y comprueba únicamente esos elementos que se desean cuantificar concretamente cuando el motor está sometido a carga.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño del estudio es descriptivo ya que se realizara una descripción de la temática importante del análisis de un motor de combustión y como la presión de refuerzo influye significativamente en la velocidad del camión, aumentando su velocidad cuando el motor está sometido a cargas mayores de 98% y para definir sus indicadores de operatividad, y explicativo porque se expondrá los distintos resultados de los indicadores.

3.3 Población y muestra

3.3.1. Población

Para la conformación de nuestra población se utilizaron todos los motores

3.3.2. Muestra

Para nuestro muestreo se tomó en cuenta una flota de 4 motores 3516B Caterpillar.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el proceso de recopilación de datos se utilizó la empírica y documental, buscándose en pruebas específicas de la existencia de dicho problema, para ello se acudió a la inspección directa del motor 3516 Caterpillar en donde se logró poner en evidencia la condición del objeto estudiado.

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

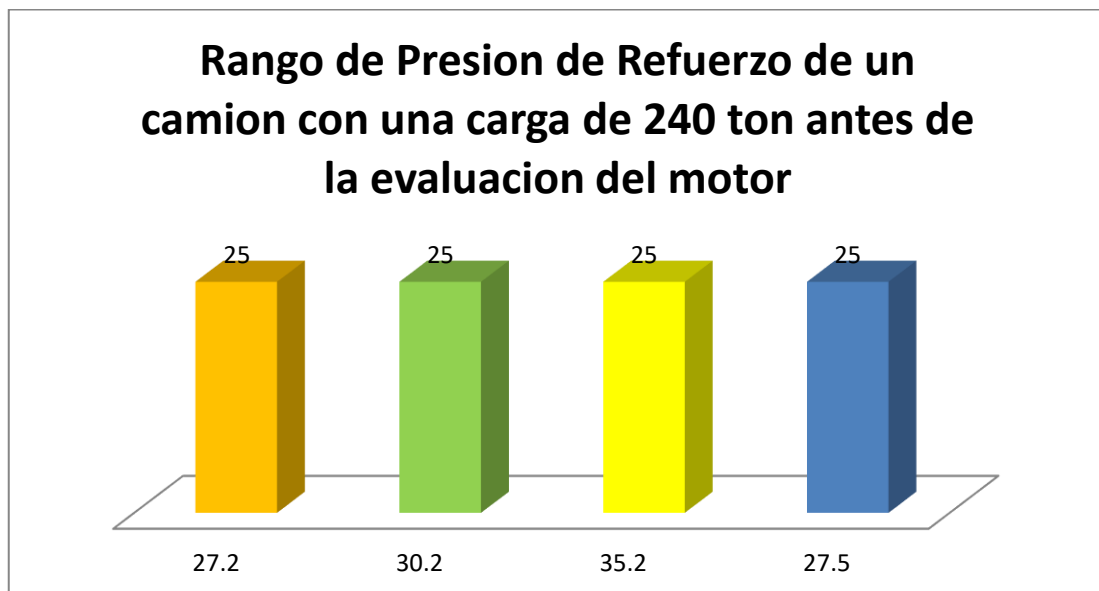
4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información.

Estadísticos					
		Rango de Presión de Refuerzo de un camión con una carga de 240 ton antes de la evaluación del motor	Rango de Presión de Refuerzo de un camión con una carga de 240 ton después de la evaluación del motor	Comportamiento de los sensores	Tiempo de evaluación del motor
N	Válido	4	4	4	4
	Perdidos	0	0	0	0

Tabla 1 Rango de Presión de Refuerzo de un camión con una carga de 240 ton antes de la evaluación del motor

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
27.2	1	25,0	25,0	25,0
30.2	1	25,0	25,0	50,0
35.2	1	25,0	25,0	75,0
27.5	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

Grafico 1 Rango de presión antes de la evaluación



Fuente: Elaboración Propia

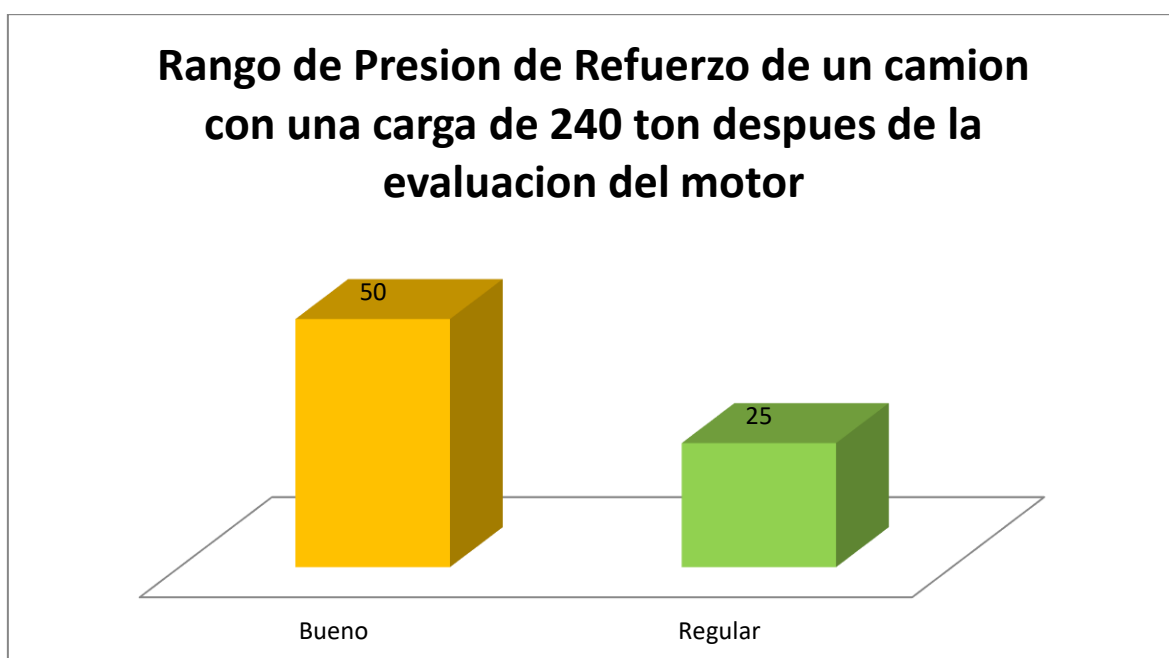
Interpretación:

En el presente cuadro se puede apreciar que cuando el motor es nuevo y no se le ha realizado la evaluación al mismo, el resultado es el 25% para todos los valores dentro del rango de presión de refuerzo que indica el fabricante.

Tabla 2 Rango de Presión de Refuerzo de un camión con una carga de 240 ton después de la evaluación del motor

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Velocidad afectada	2	50,0	50,0	50,0
Velocidad sin afectar	2	50,0	50,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

Grafico 2: Rango de presión después de la evaluación



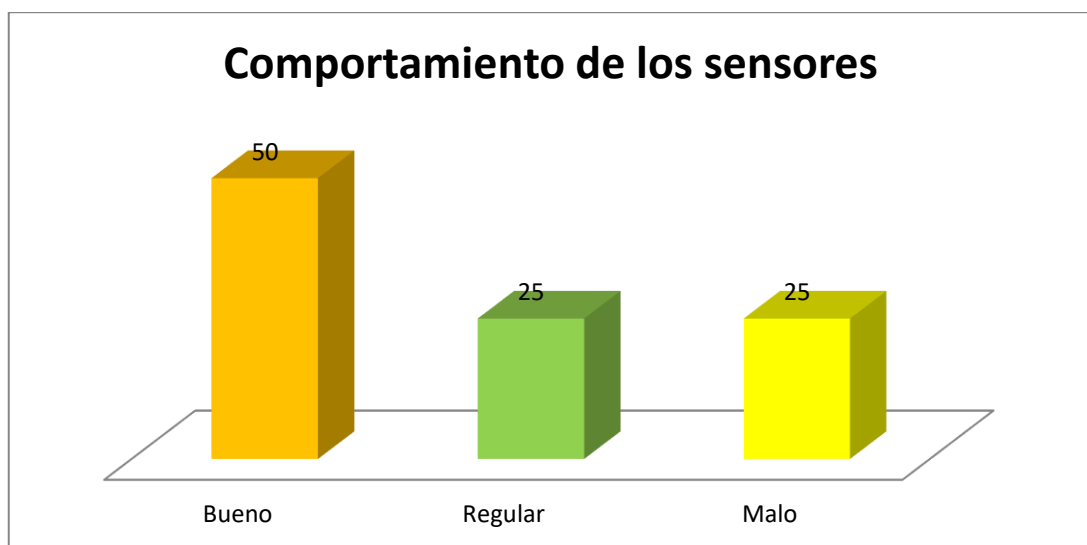
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Este cuadro muestra que el 50% de los motores evaluados tienen una presión de refuerzo buena y el 25% regular.

Tabla 3 Comportamiento de los sensores				
Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Bueno	2	50,0	50,0	50,0
Regular	1	25,0	25,0	75,0
Malo	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

Grafico 3 Comportamiento de los sensores



Fuente: Elaboración Propia

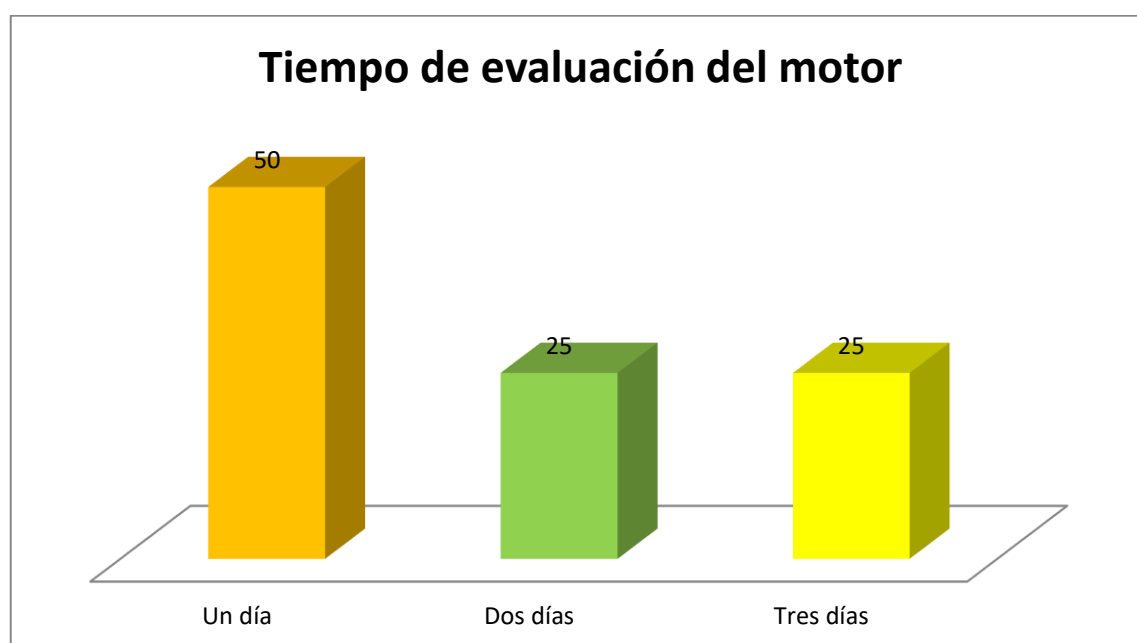
Interpretación:

En el presente cuadro se puede apreciar que el 50% de los sensores del motor tiene un comportamiento bueno el 25% es regular y el 25% malo, cuando la velocidad del motor no está afectada.

Tabla 4 Tiempo de evaluación del motor

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
	a	e	válido	acumulado
Un día	2	50,0	50,0	50,0
Dos días	1	25,0	25,0	75,0
Tres días	1	25,0	25,0	100,0
Total	4	100,0	100,0	

Grafico 4 Tiempo de evaluación del motor



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el presente cuadro se puede apreciar que el 50% de los resultados indica que la evaluación del motor se debe realizar en un día, el 25% en dos días y el otro 25% en tres días, luego de comprar el motor.

4.2 Discusión de resultados

Durante el desarrollo del presente estudio se tuvieron en cuenta aspectos vinculados con el diseño, construcción y pruebas de la presión de refuerzo del motor 3516 Caterpillar, incluyendo los sensores de regulación en diferentes regímenes de operación del motor. Para las pruebas del motor se realizó la comparación de dos camiones con diferentes cargas para tener la relación de carga adecuada.

El camión lleva una carga de 240 ton, el motor trabaja con una presión de refuerzo de 27.5, mostrando una velocidad afectada tendiendo a operar con dificultades.

Se recomienda que en lo posible el motor trabaje a una carga constante para que no se presenten estos inconvenientes.

CONCLUSIONES

Se ha mantenido la integridad del motor, en cuanto a la no alteración de sus cargas ni la presión de refuerzo, por encima a los rangos sugeridos por el fabricante.

Al acercarse la presión de refuerzo a uno de los límites recomendados, la velocidad se ve afectada.

Las pruebas de motor deben hacerse en los dos días posteriores a la compra, ya que es el tiempo prudencial para medir la presión de refuerzo, ya que de existir algún problema pueda utilizarse la garantía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(s.f.). Obtenido de <http://biblioteca.unmsm.edu.pe/redlieds/proyecto>

AEDO, E. I. (2011). INCREMENTO DE LA CONFIABILIDAD EN SISTEMAS DE FAJAS TRANSPORTADORAS. Recuperado el 12 de agosto de 2019, de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/13951/1/escalante_ae.pdf

Alico. (21 de agosto de 2017). Sistemas de frenos mecánicos. Recuperado el 17 de mayo de 2019, de <https://www.alko-tech.com/pe/sistemas-de-frenos-mecanicos>

ALVAREZ, M. A. (2018). NIVELES DE “BOCASHI” Y “MICROORGANISMOS EFICACES” EN EL RENDIMIENTO DE FRESA. Recuperado el 21 de agosto de 2019, de <https://es.scribd.com/document/390841272/2018-Manejo-Del-Cultivo-de-Fragaria>

ANCULLI, R. C. (2017). PROPUESTA DE MEJORA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO BASADO EN LA NORMA OHSAS 18000 PARA UNA EMPRESA DE PROCESAMIENTO DE CRISTAL. CASO EMPRESA NEW GLASS S.A. Recuperado el 21 de agosto de 2019, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5761/IIcaanrc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anderson, C. O. (s.f.). Qué es un plan de contingencia. Obtenido de <http://www.forodeseguridad.com/artic/discipl/4132.htm>

Anibal Cruz, W. (12 de abril de 2014). Cuadros de mantenimiento de maquinarias. Recuperado el 21 de mayo de 2019, de <https://es.slideshare.net/cransal2/cuadros-de-mantenimiento-de-maquinarias>

ARCE PRIETO, C. C. (2017). “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SEGÚN LA LEY 29783 PARA LA EMPRESA CHIMÚ PAN S.A.C.”. Recuperado el 21 de agosto de 2019, de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10124/Arce%20Prieto%2C%20Carmen%20Cecilia%3B%20Collao%20Morales%2C%20Jhans%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bardales, L. M. (setiembre de 2018). Plan de negocio para la entrega de arreglos con flores preservadas . Recuperado el 21 de agosto de 2019, de http://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/ESAN/1401/2018_MAF_16-1_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bite ángulo - Bite angle. (s.f.). Recuperado el 06 de setiembre de 2019, de https://es.qwertyu.wiki/wiki/Bite_angle

C.A., V. C. (2011-2019). Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/monitoreo/>

C.A., V. C. (2018). Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/seguridad/calidad/>, I. 9. (s.f.). Obtenido de <http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/>

CAMACHO, C. L. (marzo de 2012). FRUTI ARTE S.A.S Informe Final de Investigación - IFI . Recuperado el 18 de agosto de 2019, de <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/1182/GonzalezClaudia2012.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

CASTAÑEDA, G. Z. (s.f.). www.sigweb.cl .

CAT, F. (4 de NOVIEMBRE de 2019). SERVICE INFORMATION SYSTEM. Obtenido de https://www.finning.com/es_CL/products/new/power-systems/marine-power-systems/commercial-propulsion-engines/18494376.html

Construmática. (s.f.). Camión Volquete. Recuperado el 14 de mayo de 2019, de https://www.construmatica.com/construpedia/Cami%C3%B3n_Volquete

Definiciona. (s.f.). mejoramiento. Recuperado el 05 de setiembre de 2019, de <https://definiciona.com/mejoramiento/>

Dictionary. (2005). chancadora. Recuperado el 05 de setiembre de 2019, de <https://es.thefreedictionary.com/chancadora>

Domínguez, P. R. (s.f.). INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN EMPRESARIAL. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y APLICACIONES PRÁCTICAS. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006a/prd/7d.htm>

Educalingo. (s.f.). Trituradora. Recuperado el 06 de setiembre de 2019, de <https://educalingo.com/es/dic-es/trituradora>

Enciclopedia. (s.f.). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Organización>

Entrepreneur. (s.f.). Arreglos frutales. Recuperado el 14 de agosto de 2019, de <https://www.entrepreneur.com/article/291520>

ERIKSON, G. E. (2017). GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LA OPERATIVIDAD DE LA MAQUINARIA DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS ICCGSA EN LA VIA HUANCAYO-AYACUCHO. Recuperado el 02 de junio de 2019, de http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1648/TESIS-%20GARCIA%20ESTEBAN%20EDUARDO%202017_REV%20005.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García, I. (17 de noviembre de 2017). Definición de Eficiencia. Recuperado el 05 de setiembre de 2019, de <https://www.economiasimple.net/glosario/eficiencia>

Gardey, J. P. (2009. Actualizado: 2009). Obtenido de <https://definicion.de/peligro>

- Gardey., J. P. (2008. Actualizado: 2012). Obtenido de DEFINICIÓN DE ACCIDENTE: (<https://definicion.de/accidente/>)
- GMC. (s.f.). fajas transportadoras calculos. Recuperado el 14 de agosto de 2019, de https://www.erreplast.it/2004-14_09/page1072.html
- GUEVARA VILLANUEVA, J. M. (2015). PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO TOTAL PARA LA MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA ÁNGELES – PROYECTO MINERO LA GRANJA, 2015. Recuperado el 02 de junio de 2019, de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10087/tapia_fe.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- gyt. (s.f.). Manual DE Chancado . Recuperado el 16 de agosto de 2019, de <https://www.studocu.com/es/document/universidad-nacional-jose-faustino-sanchez-carrion/anatomia/apuntes/manual-de-chancado-jack/1752410/view>
- Julián Pérez Porto, M. M. (2014). FUNCIONAMIENTO. Recuperado el 06 de setiembre de 2019, de <https://definicion.de/funcionamiento/>
- KEVIN, R. C. (2017). IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR. Recuperado el 12 de setiembre de 2019, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3664/Castro%20Oro%C3%B1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lopez, B. (16 de enero de 2017). Mantenimiento correctivo del coche. Recuperado el 19 de mayo de 2019, de https://motor.uncomo.com/articulo/tipos-de-mantenimiento-para-mi-coche-15708.html#anchor_1
- MARIO PERCY M, 4. B. (2009). "DETERMINAR EL ORIGEN DE LA FALLA DEL MOTOR DIESEL MARCA CATERPILLAR, MODELO 3516B DE UN CAMIÓN MINERO DE 218 TON. MODELO 793C, EMPLEANDO EL ANÁLISIS CAUSA RAZ. Recuperado el 28 de mayo de 2019, de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/14088/1/matzunaga_bm.pdf
- Marketing. (s.f.). Recuperado el 12 de agosto de 2019, de <https://www.cyberclick.es/marketing>
- Mendez, V. (10 de febrero de 2015). DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO. Recuperado el 16 de mayo de 2019, de https://www.academia.edu/13151129/3_DISE%C3%91O_DEL_PLAN_DE_MANTENIMIENTO
- Merino, J. P. (2009.). Obtenido de DEFINICIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL: <https://definicion.de/higiene-industrial/>
- Merino., J. P. (2010 - 2014). Obtenido de DEFINICIÓN DE INCIDENTE: <https://definicion.de/incidente/>

- mineria. (s.f.). Molienda y chancado: Apostando por la eficiencia energética. Recuperado el 03 de setiembre de 2019, de <http://www.mch.cl/informes-tecnicos/molienda-y-chancado-apostando-por-la-eficiencia-energetica/#>
- OSWALDO, P. V. (2015). EVALUACION DEL CIRCUITO DE CHANCADO Y OPTIMIZACION DE SU PERFORMANCE DE PLANTA DE OXIDOS TINTAYAANTAPACCAY ANTAPACCAY . Recuperado el 21 de mayo de 2019, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/75/B2-M-18059.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Palomino Ampuero, A. P. (2016). PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD EN LA EMPRESA MINERA J & A PUGLISEVICH BASADO EN LA LEY N ° 29783 Y D.S 055-2010-EM. Arequipa.
- Pino, J. M. (14 de febrero de 2016). Mantenimiento preventivo de las instalaciones. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_460.pdf
- Porto., A. J. (2018.). Obtenido de <https://definicion.de/implementar/>
- RICHARD, C. O. (2017). IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR. Recuperado el 12 de mayo de 2019, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3664/Castro%20Oro%C3%B1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- RODRIGUEZ, J. C. (2 de Noviembre de 2019). MOTOR CATERPILLAR 3516B. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/358888566/Motor-3516-B-CAT-pdf>
- ROMERO, G. B. (2012). EL ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD COMO HERRAMIENTA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DE LA LÍNEA DE FLOTACIÓN EN UN CENTRO MINERO. Recuperado el 24 de mayo de 2019, de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1475/1/becerra_ag.pdf
- S.A.A, S. H. (noviembre de 2013). MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MEJORAS EN DE MEJO. Recuperado el 17 de agosto de 2019, de <https://edoc.pub/manual-de-mantenimiento-y-operacion-de-mejora-de-chancado-secundario-revc-pdf-free.html>
- Sánchez, I. D. (s.f.). Obtenido de Acción correctiva: <http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/>
- SÁNCHEZ, J. E. (2017). GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LOS TRANSPORTADORES DE CAJAS DE CERVEZA EN LA LÍNEA DE ENVASADO N°03 EN UNA PLANTA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS DE MOTUPE. Recuperado el 28 de mayo de 2019, de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10101/zapata_sj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Sistema de frenos del automóvil. (s.f.). Recuperado el 12 de mayo de 2019, de <http://www.sabelotodo.org/automovil/frenos.html>
- SURA, A. (03 de Abril de 2015). Identificación y control de los agentes de riesgo en el lugar de trabajo. Obtenido de https://www.arlsura.com/files/identificacion_control_riesgo.pdf
- TIPOS DE MANTENIMIENTO. (s.f.). Recuperado el 21 de mayo de 2019, de <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tiposdemantenimiento.html>
- V3.0., A. B. (2015-2019). Obtenido de <https://www.heflo.com/es/definiciones/mejora-continua/>
- Valdivia Rivera, F. R. (04 de octubre de 2016). Análisis y mejora de procesos en la planta de producción de una empresa minera de concentrado de cobre. Recuperado el 07 de setiembre de 2019, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7320>
- VELAZQUEZ, I. W. (s.f.). conceptos básicos de plan de respuesta a emergencia y contingencia.
- Villarroel, R. A. (agosto de 2015). Sistema de Combustible Common Rail en Motores Diésel Caterpillar. Recuperado el 27 de Mayo de 2019, de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11515/P-1583-Fernandez%20Villarroel%2C%20Ricardo%20Andres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Wikipedia. (05 de abril de 2009). Flor. Recuperado el 13 de agosto de 2019, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Flor>
- Wikipedia. (s.f.). Fruta. Recuperado el 14 de agosto de 2019, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Fruta>

ANEXOS

